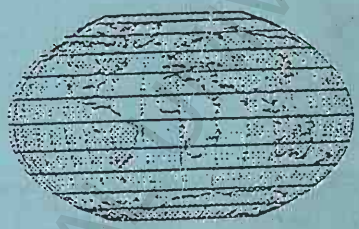
PETRE GÂȘTESCU

HIDROLOGIE



ROZA VÂNTURILOR

IV
15000

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BIBL. CENTR. UNIV.
„EMINESCU" IAȘI
BIOLOGIE-GEOGRAFIE
IV-15.000

PRIMIT
(ex. Sulă)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

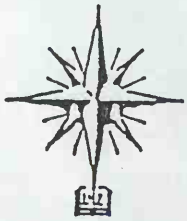
Prof.dr.doc. PETRE GÂŞTESCU
FACULTATEA DE ŞTIINŢE UMANISTE
UNIVERSITATEA "VALAHIA"

HIDROLOGIE

056082
B.C.U. - IASI

ROZA VÂNTURILOR
- 1998 -

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



EDITURA ROZA VÂNTURILOR
ISBN Nr. 973 - 9003 - 64 - 8
Tehnoredactare computerizată:
Dr Victor Basarab Driga

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

PREFAŢA,

Apa este un element esenţial pentru viaţă nu numai pentru om ci şi pentru toate tipurile de plante şi animale. Apa reprezintă 80% din compoziţia materiei vii a Terrei, 98% la meduze, 80% la peşti, 80% în coronamentul foliaceu al arborilor, 65% în corpul uman.

Omul poate trăi 30 de zile fără hrană, dar numai 4 - 5 zile fără apă.

Viaţa pe Pământ a apărut, după toate probabilităţile în apă, mai mult de jumătate din speciile animale şi vegetale trăiesc în apă, aproape 75% din planeta noastră, numită şi planeta albastră, este acoperită cu apă (oceane, gheţari, mări, lacuri, mlaştini şi râuri). Organismul uman are nevoie de cel puţin doi litri de apă pe zi, în funcţie de zona climatică. Alimentele noastre sunt constituite din apă în diferite proporţii (95% în tomate, 90 % în lapte, 85% în mere, 80% în cartofi, 61% în carnea de vacă etc.)

Apa se găseşte în cele trei stări de agregare: vapori în atmosferă, lichidă, la suprafaţa scoarţei terestre şi în interiorul ei şi solidă sub formă de gheaţă. Apa este în stare liberă şi legată chimic în compoziţia rocilor şi masei organice (vegetale şi animale).

Volumul de apă total, pe Terra, de la cea din subteran şi până la cea din atmosferă, fie că este dulce sau sărată, fie că este liberă sau în compoziţia materiei anorganice şi organice, este apreciată la 1,386 miliarde km^3.

Întregul univers al apei alcătuieşte unul din universurile, din sferele care compun învelişul geografic, numită hidrosferă.

Studiul apei, a formelor sub care se găseşte liberă, aparţine hidrologiei, ramură cuprinzătoare a geoştiinţelor.

Dat fiind multitudinea problemelor şi a metodelor de studiere, în volumul de faţă ne concentrăm atenţia asupra apelor subterane (hidrogeologie), râurilor (potamologie) şi gheţarilor (glaciologie), urmând ca în alt volum să ne referim la lacuri şi oceane, respectiv limnologie şi oceanografie.

Extensiunea cea mai mare, în acest volum, o are problematica râurilor, atât sub aspect general, cât şi regional, pe zone geografice.

Lucrarea, astfel concepută şi dimensionată, se adresează, în primul rând studenţilor din domeniul geografiei, dar în egală măsură şi celor din ecologie, cadrelor didactice din învăţământul preuniversitar şi universitar, altor specialişti din domeniile implicate în cunoaşterea şi rezolvarea unor probleme aparţinând mediului geografic, în înţelesul lui cel mai cuprinzător.

Autorul.

BCU IAŞI - BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ - LIBRARY

25.03.1999
B.C.U. „M. EMINESCU" I.S.I.
SECȚIA DE GEOGRAFIE
ado 55313
PRIMIT
(ex. filă)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

CUPRINS

PREFAŢĂ

PARTEA ÎNTÂI

1. Consideraţii generale 9

1.1. *Hidrosfera şi resursele de apă ale Terrei* 10

1.2. *Hidrologia ca ştiinţă* 12

1.3. *Circuitul şi bilanţul apei* 14

1.4.*Proprietăţile fizice şi chimice ale apei* 20

1.4.1. Starea naturală a apei 20

1.4.2. Structura apei 22

1.4.3. Consideraţii privind apa grea 24

1.5. *Importanţa apei în natură şi în societatea umană* 25

Bibliografie 27

PARTEA A DOUA

2.Apele subterane (hidrogeologie) 28

2.1. Consideraţii generale 29

2.2. Proprietăţile rocilor din punct de vedere hidrogeologic 30

2.3. Tipurile de apă din porii rocilor 35

2.4. Circulaţia apelor subterane 36

2.5. Distribuţia apelor subterane pe verticală 39

2.6. Stratele acvifere 41

2.7. Izvoarele 42

2.8. Apele minerale 47

Bibliografie 50

BCU IAŞI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

PARTEA A TREIA

3. Hidrologia râurilor (potamologie). 51
3.1. *Consideraţii generale asupra reţelei hidrografice*. 52
3.2.*Elemente privind morfologia şi morfometria râului şi a bazinului hidrografic* 57
3.2.1. Modul de organizare a scurgerii lichide 57
3.2.2. Categoriile morfologice prin care are loc scurgerea lichidă . .57
3.2.3. Categoriile hidrografice prin care are loc scurgerea lichidă . . 58
3.2.4. Reţeaua hidrografică. 67
3.2.5. Clasificarea reţelei hidrografice după formă 70
3.2.6. Elemente legate de reţeaua hidrografică 70
3.2.7. Caracteristicile morfometrice ale albiei minore 73
3.2.8. Caracteristici ale râului în profil longitudinal 76
3.2.9. Bazinul hidrografic 78
3.2.9.1. Forma bazinului hidrografic 80
3.2.9.2. Caracteristici morfometrice ale bazinului hidrografic 82
3.3. *Elemente de hidraulică şi hidrometria râurilor* 89
3.3.1. Forţele care acţionează asupra apei în râuri 89
3.3.2. Mişcarea laminară şi mişcarea turbulentă 91
3.3.3. Curenţii din apa râurilor 92
3.3.4. Configuraţia vitezelor în secţiunea transversală 93
3.3.5. Măsurarea şi calcularea vitezei apei râurilor 95
3.3.6. Debitul lichid al râurilor 100
3.3.6.1. Metode de determinare a debitelor de apă 102
3.3.6.2. Prelucrarea datelor asupra debitelor de apă 110
3.3.6.3. Debite caracteristice 112
3.3.6.4. Regularizarea debitelor. 114

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.4. *Regimul hidrologic al râurilor* 115
3.4.1. Scurgerea apei râurilor - factorii care o influenţează . . . 115
3.4.1.1. Factorii climatici 116
3.4.1.2. Factorii orografici şi morfologici 120
3.4.1.3. Factorii litologici 120
3.4.1.4. Factorii biogeografici 121
3.4.1.5. Factorul antropic 121
3.4.2. Sursele de alimentare ale râurilor 121
3.4.2.1. Surse superficiale 122
3.4.2.2. Surse subterane 122
3.4.2.3. Determinarea surselor de alimentare 123
3.4.2.4. Tipuri de râuri după sursele de alimentare 124
3.4.3. Nivelurile apei în râuri 127
3.4.3.1.Factorii care influenţează nivelul apei 127
3.4.3.2.Mirele hidrometrice, limnigrafele, telelimnigrafele. 128
3.4.3.3. Hidrograful, niveluri caracteristice 129
3.4.3.4. Curba de frecvenţă, curba de durată. 130
3.4.3.5. Hidrogradul 131
3.4.3.6. Niveluri corespondente 132
3.4.4. Scurgerea medie 133
3.4.4.1. Parametrii caracteristici 133
3.4.4.2. Repartiţia scurgerii în timpul anului. 141
3.4.4.3. Variaţia scurgerii de la un an la altul 143
3.4.5. Scurgerea maximă 145
3.4.6. Scurgerea minimă 152
3.4.7. Tipurile de regim ale râurilor din România 157
3.4.8. Bilanţul hidrologic (componentele bilanţului, zonele de umiditate) 160

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.5. *Scurgerea solidă* (scurgerea de aluviuni) 165
3.5.1. Factorii care condiţionează scurgerea de aluviuni 165
3.5.2. Procesul de spălare şi de eroziune 165
3.5.3. Aluviuni în suspensie şi aluviuni târâte 166
3.5.4. Debitul de aluviuni, turbiditatea 167
3.5.5. Măsurarea şi prelucrarea datelor de aluviuni în suspesie . . . 167
3.5.5.1. Dispozitive de prelevare a probelor de aluviuni 167
3.5.5.2. Metode de calcul al debitului în suspensie 169
3.5.6. Măsurarea şi prelucrarea datelor de aluviuni târâte 173
3.5.7. Sedimentarea aluviunilor 176
3.5.8. Scurgerea solidă (de aluviuni) pe teritoriul României 176
3.6. *Regimul termic şi de îngheţ* 179
3.6.1. Regimul termic 179
3.6.2. Fenomenele de îngheţ 182
3.6.2.1. Formele de gheaţă 183
3.6.2.2. Influenţa fenomenelor de îngheţ asupra apei râurilor . 185
3.6.2.3. Fenomenele de îngheţ în România 186
3.6.2.4. Metodologia efectuării observaţiilor şi instrumente folosite 189
3.7. *Chimismul şi calitatea apei râurilor* 191
3.7.1. Consideraţii generale 191
3.7.2. Principalii cationi şi anioni, alţi cationi şi anioni 191
3.7.3. Compuşi nonionici 193
3.7.4. Gazele dizolvate 193
3.7.5.Principalele caracteristici fizico-chimice ale apelor râurilor . 197
3.7.6. Clasificarea apelor naturale după compoziţia chimică 204
3.7.7. Clasificarea apelor după gradul de mineralizare 207
3.7.8. Reprezentarea grafică a compoziţiei chimice a apei 208
3.7.9. Chimismul apelor râurilor din România şi calitatea acestora.209

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.8. *Regimul hidrologic al râurilor în raport cu zonele climatice ale Terrei* 213
3.8.1. Consideraţii generale 213
3.8.2. Zona ecuatorială şi tropicală (intertropicală). 214
3.8.2.1. Regimul hidrologic tropical pluvial boreal 215
3.8.2.2. Regimul hidrologic tropical pluvial austral. 217
3.8.2.3. Regimul hidrologic cu două maxime. 217
3.8.2.4. Regimul hidrologic influenţat de zăpezi şi gheţari. . . 221
3.8.2.5. Bazine hidrografice cu trăsături complexe (Amazon, Congo, Niger, Nil, Parana). 223
3.8.3. Zona aridă şi semiaridă. 244
3.8.4. Zona subtropicală umedă şi uscată (mediteraneeană) 247
3.8.4.1. Variaţiile sezoniere şi multianuale 248
3.8.4.2. Viiturile 250
3.8.4.3. Influenţa reliefului carstic. 250
3.8.4.4. Alte excepţii ale regimului mediteraneean 251
3.8.4.5. Bazine hidrografice mediteraneene complexe (Menderes, Onkaparinga, Serpentine, Helmand, Ebro, Eufrat, Sacramento, Colorado) 251
3.8.5. Zona temperată 260
3.8.5.1. Regimul pluvial oceanic. 260
3.8.5.2. Tipuri de regim în zona de câmpie şi muntoasă 261
3.8.5.3. Regimul musonic 264
3.8.5.4. Regimul hidrologic în climatul temperat semiarid şi arid 265
3.8.5.5. Bazine hidrografice complexe din zona temperată (Tamisa, Loara, Ron, Mississippi, Dunărea, Volga, Huang He, Amur, Terek, Tarim) 266

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.8.6. Zona rece 298
3.8.6.1 Considerații generale 298
3.8.6.2. Bazine hidrografice cu regim hidrologic complex (Lena, Obi, Indighirka, Mackenzie) 300
Bibliografie 308

PARTEA A PATRA
4. Glaciologie 310
4.1. *Introducere* 311
4.2. *Proprietățile și structura gheții* 312
4.2.1. Structura cristalină a gheții 312
4.2.2. Unele proprietăți fizice ale gheții 315
4.3. *Formarea gheții în apă, zăpadă și sol* 316
4.3.1. Transformarea zăpezii în firn și apoi în gheață 316
4.3.2. Formarea gheții în sol (gheață subterană) 317
4.4. *Definirea și clasificarea ghețarilor* 318
4.4.1. Clasificarea după formă (morfologie) 318
4.4.2. Clasificarea după temperatură 320
4.4.3. Clasificarea după dinamică 320
4.5. *Alimentarea (acumularea) și scurgerea (ablația) ghețarului* 321
4.6. *Bilanțul masei de gheață* 322
4.7. *Scurgerea apei din ghețar* 323
4.8. *Deplasarea ghețarilor* 326
4.9. *Reacția ghețarilor la schimbările climatice* 327
Bibliografie 328

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

B.C.U. „M. EMINESCU" IAȘI
GEOGRAFIE-GEOLOGIE

PARTEA ÎNTÂIA

CONSIDERAȚII GENERALE

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1.1 HIDROSFERA ŞI RESURSELE DE APĂ ALE TERREI

Fiind una din cele mai comune substanţe din natură, apa intră în compoziţia chimică a mineralelor din crusta planetei şi din nucleul acesteia. În stare liberă, ea formează apale subterane şi umezeala solului în litosferă, oceanele, mările, lacurile, mlaştinile, râurile, gheţarii de calotă (polari) şi montani, gheaţa subterană (permafrost), pentru ca în atmosferă să o întâlnim sub formă de vapori, picături de apă şi cristale de gheaţă, iar în biosferă - atât în lumea plantelor, cât şi a animalelor - ea să constituie elementul fundamental, indispensabil vieţii. Totalitatea acestora formează *hidrosfera* - una dintre sferele care alcătuiesc *învelişul geografic.*

Dacă în ceea ce priveşte apa din oceane, lacuri şi râuri, din atmosferă şi din gheţari se pot face aprecieri cantitative, nu acelaşi lucru se poate spune despre apa din litosferă şi din biosferă.

Cantitatea totală de apă estimată de Comitetul deceniului hidrologic internaţional al URSS (Federaţia Rusă), care a publicat lucrarea *World water balance and water resources of the Earth,* în 1978, sub egida UNESCO, este de 1386 mil. km^3 (tabelul nr. 1). Desigur, această cifră care rezultă din însumarea componentelor hidrosferei, este aproximativă, fapt pentru care valorile diferă de la un autor la altul, ca de exemplu în lucrarea *Voda i jizni* de M. I. Lvovici (1986) şi din care vom folosi unele date.

În estimarea cantităţii de apă din hidrosferă este important de precizat, mai întâi, limitele acestui înveliş. Limita este luată, de regulă, suprafaţa mantalei (discontinuitatea Mohorovicic), în care litosfera are 17 km grosime, în medie (35 km sub continente şi 5 km sub oceane).

În ceea ce priveşte apa din litosferă, unde aceasta se găseşte în stare liberă (gravitaţională şi capilară) şi în combinaţie fizică şi chimică în compoziţia rocilor ce o alcătuiesc, dacă se consideră că rocile din litosferă conţin 3,56 % apă, la volumul acesteia de $23,66*10^{18}$ tone, rezultă că apa din compoziţia ei ar fi de 842 milioane km^3, respectiv 60,7% din volumul actual al litosferei.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Întrucât limita superioară a hidrosferei se găseşte în atmosferă, acesta este mai greu de fixat în comparaţie cu limita inferioară, datorită faptului că din cei 2000 km cât este apreciată grosimea atmosferei, umezeala se află în proporţie de 90% în stratul de la 0 la 5 km înălţime.

Unele dintre cele mai importante probleme care au stat în atenţia oamenilor de ştiinţă a fost, pe de o parte, cea legată de provenienţa apei din hidrosferă, iar pe de alta, cea care priveşte modul cum a evoluat sub aspect cantitativ, de-a lungul timpului.

În ceea ce priveşte primul aspect - al provenienţei - răspunsul este că aceasta rezultă din disocierea apei legată fizic şi chimic în constituţia rocilor Terrei. Astfel, luându-se ca indiciu procentul de apă din meteoriţi (între 0,5 şi 1) s-a putut estima că volumul de apă de pe planeta noastră ar fi de circa 30 miliarde km^3.

În legătură cu al doilea aspect - al evoluţiei în timp - se apreciază că acum 4 miliarde de ani (în etapa de constituire a hidrosferei) volumul de apă era doar de 20 milioane km^3, aşadar foarte mic în comparaţie cu volumul actual de 1,386 miliarde km^3 (după R. Klige, 1982, citat de M. I. Lvovici, 1986).

Potrivit unor calcule făcute de I. Kalpa (citat în *World water ...*) reiese că pe durata celor 5 miliarde de ani de existenţă a Terrei s-au separat din mantaua Terrei 3,4 miliarde km^3 de apă. Prin disiparea gazelor în spaţiul cosmic se pierde o anumită cantitate de apă, dar în acelaşi timp Terra primeşte, prin meteoriţii care cad pe suprafaţa ei, acelaşi volum de apă.

Deşi se apreciază că pe termen lung cantitatea de apă care iese din hidrosferă şi intră în aceasta este egală, cum se explică atunci diferenţa dintre volumul existent, de 1,386 miliarde km^3 şi cel disociat din manta, de 3,4 miliarde km^3 ? Această diferenţă este pusă pe seama pierderilor definitive prin procesul de fotosinteză a plantelor. Din calculele făcute, reiese că din cei 2250 km^3 preluaţi de plante anual, 25% (550 km^3) se pierd prin eliberarea oxigenului, ceea ce înseamnă că de la începutul apariţiei acestora (600 milioane de ani) s-au

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

consumat fără întoarcere 1,7 miliarde km^3, mai mult decât volumul actual al hidrosferei.

După cum se constată din tabelul nr. 1.1. Oceanul Planetar, ce reprezintă însumarea tuturor oceanelor şi mărilor care sunt în legătură directă, conform vaselor comunicante, deţine 96,5% din volumul de apă al hidrosferei. Urmează sub aspect cantitativ apa reţinută în gheţari (1,74%) şi, foarte apropiat, apa subterană (1,70%). Volumul de apă din râuri ocupă locul penultim cu numai 0,0002% (1120 km^3), dar trebuie să reţinem că este vorba de volumul existent la un moment dat în albiile râurilor. Dacă se are în vedere faptul că pe râuri acest volum se reînoieşte o dată la 16 zile, rezultă că în cursul unui an se scurg pe râurile Terrei 46800 km^3 de apă (*World water ...*).

O remarcă foarte importantă pe care o facem în legătură cu spectrul resurselor de apă este aceea că 97,5% din volumul hidrosferei o reprezintă apa sărată şi numai 2,53% apa dulce, în ultima categorie intrând o parte din apele subterane, cele din gheţari şi permafrost, umezeala din sol şi din atmosferă, apa din plante şi animale, o parte din apa lacurilor şi, evident, cea din râuri.

1.2. HIDROLOGIA CA ŞTIINŢĂ

Termenul de hidrologie derivă din combinarea cuvintelor greceşti - hydros = apă, logos = ştiinţă.

În definirea hidrologiei ca ştiinţă sunt numeroase formulări. Dintre acestea selectăm doar trei:

1. *Hidrologia* este ştiinţa care studiază proprietăţile generale ale apelor din natură, ale unităţilor acvatice (oceane, mări, lacuri şi gheţari), legile generale care dirijează procesele din hidrosferă ca şi influenţa reciprocă dintre hidrosferă, atmosferă, litosferă şi biosferă (L. K. Davîdov, 1953).

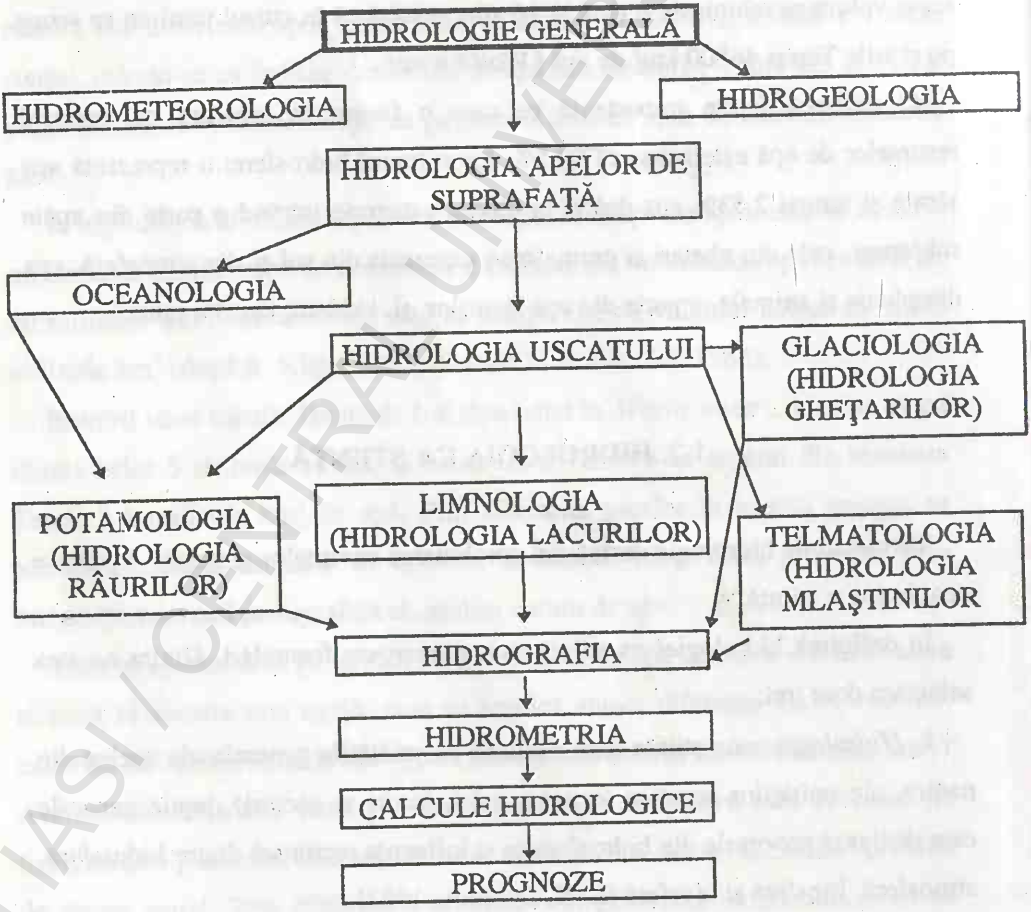
2. *Hidrologia* este ştiinţa apelor Pământului, a formelor de existenţă, a circulaţiei şi răspândirii lor pe Glob, a proprietăţilor lor fizice şi a interacţiunii

lor cu mediul, a modului în care răspund ele la activitatea omului (ONU - Paris, 1963).

3. *Hidrologia* este știința care studiază geneza și regimul apelor la suprafața Pământului (STAS 5032 -55).

Față de definițiile menționate, de sfera de cuprindere și de necesitatea cunoașterii și prognozării evoluției resurselor de apă, se prezintă modelul conceptual al Hidrologiei generale (Fig. 1.1)

Fig. 1.1 Modelul hidrologiei generale



BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1.3. CIRCUITUL ŞI BILANŢUL APEI

Una dintre caracteristicile importante ale apei este mişcarea, mobilitatea, care-i conferă funcţia de principal mijloc de legătură şi de schimb de substanţă şi energie între sferele (subsistemele) geosistemului planetar. Prezenţa apei în toate sferele (învelişurile) Terrei i-a determinat pe unii oameni de ştiinţă să extindă hidrosfera, ca şi biosfera, în limite destul de largi.

Totalitatea căilor şi formelor de mişcare ale apei este cunoscută sub denumirea de *circuitul apei.* Acest circuit este *general,* atunci când fenomenul cuprinde întreaga planetă, şi *local* când se produce la scară restrânsă - între o mare interioară sau un lac, pe de o parte, şi regiunea înconjurătoare, pe de altă parte.

La baza acestui proces de mişcare a apei stă conversia radiaţiei solare ca sursă de energie, prin care se produce evaporarea apei de la suprafaţa oceanului şi a uscatului, deci trecerea apei din stare lichidă în stare de vapori . Cea mai mare cantitate de apă, după cum este de aşteptat, se evaporă de la suprafaţa Oceanului Planetar. O parte din această apă se condensează şi cade sub formă de precipitaţii tot pe suprafaţa oceanului, iar o altă parte ajunge deasupra continentelor unde impreună cu cea autohtonă generează precipitaţiile de deasupra acestora. Din precipitaţiile căzute pe uscat, mai mult de jumătate se evaporă, iar restul se infiltrează în sol, se stochează sub formă de gheaţă (în regiunile polare sau cele muntoase înalte), ori se scurge prin reţeaua hidrografică.

Dacă energia termică pune în mişcare ascendentă apa sub formă de vapori, forţa gravitaţiei determină mişcarea descendentă a acesteia. Circuitul apei la nivelul Terrei are cea mai mare importanţă în dezvoltarea şi configuraţia învelişului geografic, în activitatea omului, a societăţii umane. Datorită circuitului, apa din hidrosferă este în mişcare constantă şi într-o continuă reînnoire, cu ritmuri extrem de diferite de la o formă de stocare la alta. Astfel, perioada cea mai îndelungată de reînnoire este apreciată pentru gheaţa din

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

permafrost şi gheaţa din calotele polare (între 9700 şi 10000 de ani) iar rata cea mai scurtă, de ordinul câtorva ore, este la apa încorporată în plante şi animale. Cifra ratelor de reînnoire diferă de la un autor la altul, în funcţie de volumul total luat în considerare (W) şi de volumul care intră în bilanţul hidric anual (V). În cazul Oceanului Planetar volumul evaporat anual este apreciat în lucrarea *World water...* la 505000 km^3 şi deci o rată de reînnoire de 2500 ani, iar în lucrarea *Voda i jizni* la 455830 km^3, de unde rezultă o rată de 3000 ani. Pentru râuri, rata de reînnoire este apreciată la 16 zile şi, respectiv, la 11 zile. Această valoare are o importanţă deosebită pentru societatea umană, deoarece apa din râuri reprezintă principala sursă pentru industrie, agricultură şi alte ramuri ale activităţii economico-sociale (vezi tabelul nr. 1.1).

Analizând, după acelaşi autor (M. I. Lvovici), bilanţul hidric global al Terrei, remarcăm că volumul de apă scurs pe râurile care ajung în Oceanul Planetar (suprafaţa exoreică) se apreciază la 44230 km^3/an (tabelul nr. 1.2). În acestă cifră intră cantitatea de 3000 km^3/an rezultată din gheţarii regiunilor polare (Antarctica, Groenlanda şi Arhipelagul Canadian, cu suprafaţa de 16 milioane km^2, respectiv 11% din cea a Terrei), 2400 km^3/an scurgerea subterană directă în oceane şi mări. Dacă s-ar mai lua în considerare şi scurgerea râurilor din regiunile endoreice de 830 km^3/an raportată la 32.100.000 km^2 (30.200.000 km^2 în *World water...* 1978), volumul de apă dulce intrat în bilanţul hidric anual al Terrei s-ar ridica la 45.060 km^3 (Fig. 1.2)

Generalizând la nivelul întregului glob (oceane şi continente) prin cei mai cuprinzători componenţi ai bilanţului - precipitaţiile şi evaporaţia - şi considerând că acesta este constant pentru o anumită perioadă de timp (seculară, milenară), reiese valoarea de 525.100 km^3/an sau 1030 mm/an. Raportând cantitatea de apă evaporată anual la volumul total de apă al hidrosferei, rezultă, după M.I. Lvovici o reînnoire a acesteia o dată la 2800 ani.

Având în vedere că pentru necesităţile societăţii omeneşti se poate conta, deocamdată, numai pe apa dulce scursă pe râuri, unde, potrivit aceluiaşi autor citat mai sus, intră şi apa subterană, care contribuie la regimul hidric al

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

acestora, este important de analizat tabloul resurselor de apă dulce la nivelul Terrei şi continentelor oferit de tabelul nr. 1.3..

Tabelul 1.1

Resursele de apă ale Terrei

(După *World water balance and water resources of the Earth*, 1978)

Categoria	Suprafaţa acoperită (km^2)	Volumul (km^3)	Grosimea stratului de apă (în m)	%	Perioada de reînnoire a volumului de apă
Oceanul Planetar	361300000	1336000000	3700,000	96,5	2500 ani
Apa subterană (gravitaţională şi capilară)	134800000	23400000 [1]	174,000	1,70	1400 ani
Apă subterană predominant dulce	134800000	10530000	78,00	0,76	
Umezeala solului	82000000	16500	0,200	0,001	1 an
Gheţari şi strat permanent de zăpadă	16227500	24064100	1463,000	1,74	
- Antarctica					
- Groenlanda	13980000	21600000	1546,000	1,56	9700 ani
- Insulele Arctice	1802400	2340000	1298,000	0,17	
- Zona muntoasă	226100	83500	369,000	0,006	
	224000	40000	181,000	0,003	1600 ani
Gheaţa subtrană (în permafrost)	21000000	300000	14,000	0,022	10000 ani
Lacuri	2058700	176400	85,70	0,017	17 ani
- Lacuri dulci	1236400	91000	73,60	0,007	
- Lacuri sărate	822300	85400	103,80	0,006	
Mlaştini	2682600 [2]	11470	4,28	0,0008	5 ani
Râuri	148800800	2120	0,014	0,0002	16 zile
Apa biologică	510000000	1120	0,002	0,0001	câteva ore
Apa din atmosfera	510000000	12900	0,025	0,001	8 zile
Total apă dulce	148800000	35029210	235,000	2,53	
Total resurse apă	510000000	1385984610	2718,000	100,00	

[1] Nu sunt luate în calcul apele subterane din Antarctica (cca. 2 mil. Km^3 din care 1 mil. Km^3 apă dulce).

[2] Suprafaţa uscatului supus procesului scurgerii lichide

BCU IAŞI "ALEXANDRU IOAN CUZA" UNIVERSITY LIBRARY

Se remarcă din acest tabel că volumul scurs pe râurile planetei noastre este de 44700 km^3/an. Continentul cu volumul cel mai mare de apă scurs, raportat la un km^2 pe an, este America de Sud (600000 m^3), fiind urmat de Asia (312000 m^3), America de Nord (307000 m^3), Europa (270000 m^3), pe ultimul loc situându-se Australia (37000 m^3). Aceste module de scurgere sunt consecința condițiilor climatice și a poziției continentului respectiv pe Terra.

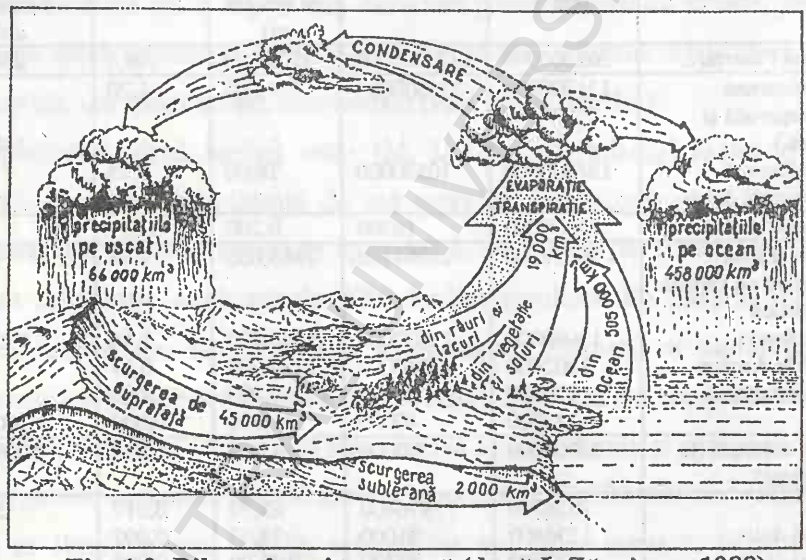


Fig. 1.2 Bilanțul apei în natură (după I. Zăvoianu, 1988)

Astfel, în America de Sud se înregistrează precipitațiile cele mai mari (1597 mm/an), ca urmare a predominării climatului ecuatorial și tropical umed. Reținem faptul că aproape 70% din teritoriul acestui continent se găsește situat între 20° latitudine sudică și 10° latitudine nordică în care cea mai mare suprafață este ocupată de bazinul fluviului Amazon, cea mai mare arteră hidrografică, urmată de Orinoco.

BCU IASI / CETATEA UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 1.2

Bilanțul anual al apei pe Terra (după M. I. Lvovici)

Elementele bilanțului apei	Volumul (km^3)	Strat de apă (mm)
Suprafața uscatului drenată spre Oceanul Planetar (116800000 km^2)		
Precipitații	106000	910
Scurgerea din râuri	44230[1]	380
Evaporație	61770	530
Suprafața endoreică (fără scurgere spre Oceanul Planetar, 32100000 km^2)		
Precipitații	7500[2]	238
Evaporație	7500	238
Suprafața Oceanului Planetar (361100000 km^2)		
Precipitații	411600	1140
Scurgerea din râuri	44230	120
Evaporație	4557830	1260
Suprafața Terrei (510000000 km^2)		
Precipitații	525000	1030
Evaporație	525000	1030

Dacă evaporația de la suprafața întregului mozaic peisagistic n-ar ajunge la valoarea dublă față de cea a Terrei (1065 mm/an și, respectiv, 540 mm/an), volumul de apă scurs ar fi mult mai mare. În ceea ce privește Europa și America de Nord, coeficientul scurgerii înregistrează cea mai mare valoare dintre toate continentele (0,43), acesta datorându-se, nu atât precipitațiilor, care sunt doar de 789 mm/an și, respectiv, 756 mm/an, ci evaporației care are cele mai mici valori (470 mm/an și, respectiv, 418 mm/an). Această situație este consecința situării celor două continente, predominant în zona temperată, urmată de cea subpolară și polară. Din această cauză în Europa - cu excepția

---

[1] Inclusiv 2400 km^3 sau 22 mm scurgerea subterană directă din ocean și, de asemenea, 3000 km^3 scurgerea lichidă din ghețarii regiunilor polare

[2] În care intră 830 km^3 sau 26 mm scurgerea raurilor.

BCU IAȘI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Mării Caspice împreună cu râul Volga, care este un bazin endoreic - nu se găsesc deşerturi, adică regiuni geografice care reflectă un deficit mare de umiditate. Cazul Australiei, care are cea mai mică cantitate de apă pe km^2, se explică prin situarea ei în întregime în zona tropicală uscată şi subtropicală, în regiunile aride şi semiaride ce ocupă 85% din teritoriu, din care deşertul propriu-zis deţine 49%.

Sub aspect cantitativ, continentul cu cel mai mare volum de apă dulce scurs într-un an este Asia (13560 km^3), având în vedere suprafaţa mare a acestuia (43 milioane km^2) şi existenţa unor importante artere hidrografice (Obi, Enisei, Lena, Amur, Huanghe, Iantzî, Mekong, Irrawaddi, Gange, ş.a.). Dar, în acelaşi timp, în Asia se găsesc şi multe regiuni aride, deşertice, împreună cu cele semiaride ocupând 37% din suprafaţa continentului, care nu participă la procesul scurgerii şi, în consecinţă, la drenajul exoreic.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabel 1.3 Bilanțul resurselor de apă dulce ale Terrei
(întocmit de autor după datele din World balance and water resources of the Earth, 1973)

Elementele bilanțului / Continentul	Suprafața (mil. km²)	Resurse totale de apă dulce (mil. km³)	Precipitații (P)		Scurgerea râurilor				Evaporația efectivă[3] (E)		Discordanțe în bilanț P – (Q₀ + E)		Coeficientul scurgerii Q₀ / P
					Totală (Q₀)		În ocean (Q₀)						
			mm	km³	mm	km³	mm	km³	mm	Km³	mm	% din P	
Europa, inclusiv insulele aferente	10.500	1.400	789	8.290	306	3.210	271	2.849	505	5.300	+ 13	1,6	0,39
Asia, inclusiv Insulele aferente	43.500	3.455	742	32.240	332	14.410	312	13.560	414	17.980	+ 16	2,1	0,45
Africa, inclusiv Insula Madagascar	30.120	2.390	742	22.350	151	4.570	136	4.110	533	16.040	+ 73	9,8	0,20
America de Nord și Centrală, inclusiv insulele aferente	24.900	4.400[1]	756	18.300	339	8.200	324	7.810	418	10.100	+ 14	1,8	0,45
America de Sud	17.800	3.010[2]	1.597	28.400	661	11.760	658	11.700	853	15.180	+ 89	5,6	0,41
Australia	7.615	1.200[3]	456	3.470	39,5	301	56,6	279	393	2.990	+ 15	1,3	0,66
Australia cu Tasmania și Oceania	8.900[4]	1.202	791	7.080	267	2.390	265	2.370	491	4.390	+ 35	4,4	0,34
Antarctica	13.980	21.600[5]	177	2.480	165	2.310	165	2.310	0	0	+ 12	6,8	0,93
TOTAL TERRA	**149.000**	**38.657**	**800**	**119.000**	**314**	**46.800**	**300**	**44.700**	**463**	**67.000**	**+ 50**	**+ 6,2**	**0,39**

1 Din acest volum 1,9 mil. km³ sunt în subteran și 2,43 km³ în ghețarii montani
2 Din acest volum 3 mil km³ sunt în subteran
3 Resursele din râuri sunt numai de 301 km³, majoritatea acestora fiind în subteran (1,7 mil. km³
4 Din Oceania cele mai importante sunt Noua Guinee și Noua Zeelandă
5 La evaporația efectivă s-a luat în considerație și cea de la suprafața acvatoriului râurilor
6 Volumul de gheață este de 24 mil. km³

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1.4. PROPRIETĂŢILE FIZICE ŞI CHIMICE AL APEI

1.4.1. STAREA NATURALĂ A APEI

Apa este un corp compus, cu molecula formată din hidrogen şi oxigen (H_2O) şi se găseşte sub trei forme de agregare: vapori în atmosferă; solidă sub formă de zăpadă şi gheaţă, ultima formă găsindu-se în litosferă (permafrost); lichidă răspândită în cele trei învelişuri planetare -, atmosferă (precipitaţii), la suprafaţa pământului (oceane, mări, râuri, lacuri, mlaştini) şi litosferă (ape subterane).

În funcţie de condiţiile termice, apa trece dintr-o stare în alta. Astfel, la presiunea normală de 760 mmHg, apa încălzită la 100°C trece în vapori. Pentru acestă trecere este necesar un consum de energie calorică (la 1 g apă o energie egală cu 538 cal), numită şi căldură de vaporizare sau căldură latentă de vaporizare. Pentru revenirea din stare de vapori în stare lichidă se eliberează o cantitate echivalentă care a fost consumată.

Faţă de alte lichide această căldură este destul de mare (mercur 68 cal, alcool 200 cal, benzol 94 cal, eter 90 cal).

Vaporii rezultaţi dintr-un cm^3 de apă, ocupă la aceeaşi presiune de 760 mmHg 1653 cm^3.

Trecerea apei din starea solidă în stare lichidă necesită un consum de 79,9 cal/g la 0 °C.

Trecerea apei din stare solidă în stare gazoasă (vapori) prin procesul numit sublimare se face cu un consum de 620 cal/g.

Apa în stare solidă îşi păstrează forma şi volumul. Apa în stare lichidă îşi păstrează numai volumul,în timp ce forma este dată de suportul solid în care se găseşte. Apa în stare de vapori nu-şi păstrează nici volumul, moleculele tinzând să ocupe întregul spaţiu disponibil.

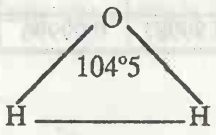
Atracţia intermoleculară dă naştere forţei de coeziune care este puternică la faza solidă, slabă la faza lichidă şi foarte slabă la faza gazoasă.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Apa în stare de vapori este invizibilă, ca aerul, şi se găseşte sub formă simplă, molecula de H_2O (hidrol). Vaporii de apă din atmosferă constituie umiditatea atmosferică şi modifică transparenţa aerului.

1.4.2. STRUCTURA APEI

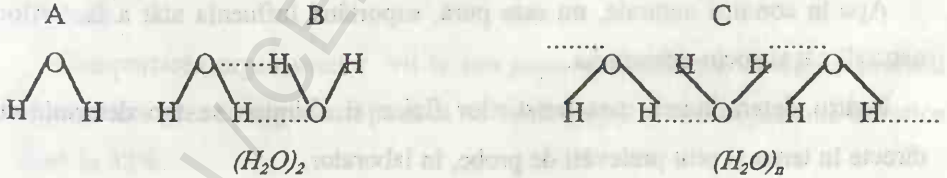
Apa este constituită din doi atomi de hidrogen şi un atom de oxigen aşezate în forma unui triunghi echilateral cu un unghi de 104,5 °.



În reacţia de formare a moleculei de apă se degajă o anumită cantitate de căldură $H_2 + 1/2\ O_2 = H_2O + 68{,}4$ kcal.

Datorită greutăţii atomice diferite oxigen = 16, hidrogen = 1, într-o moleculă de apă = 18 (16 + 2), participarea procentuală normală este de 88,89 % oxigen şi 11,11% hidrogen.

Apa în stare lichidă sau solidă se asociază în grupe de forme $(H_2O)n$ sub influenţa temperaturii (agitaţia termică). Aşa cum s-a menţionat, o moleculă de H_2O se numeşte hidrol (A), două molecule, ce caracterizează apa lichidă se numeşte dihidrol (B), iar trei molecule caracteristice gheţii şi zăpezii, trihidrol (C).



Distanţa O - H este de 0,99Å (1Å = 10^{-8} cm) în stare lichidă cât şi în cea solidă.

Cele mai stabile asocieri de molecule de H_2O sunt ale dihidrolului 2 (H_2O).

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Temperatura influenţează distanţa între molecule şi respectiv determină variaţia densităţii (la 4 °C distanţa dintre molecule este cea mai mică şi deci densitatea maximă a apei) (Tabelul 1.4.).

Tabelul 1.4.

Densitatea apei la diferite temperaturi

Temperatură (°C)	0 (gheaţă)	0 (apă)	2	4	10	20	30
Densitatea (ρ)	0,91673	0,99987	0,99996	1,0	0,99975	0,99831	0,99578

Molecula de apă are capacitatea de a se disocia în ionul H^+ (cu funcţie acidă) şi ionul OH^- numit oxidril (cu funcţie bazică).

În apa pură se găseşte un număr egal de ioni H^+ şi OH^- fapt ce conferă apei calitatea de apă neutră. De asemenea apa pură conduce curentul electric într-o măsură foarte mică.

Apa constituie şi un mediu acvatic de dizolvare a diferitelor substanţe minerale şi substanţe organice. De asemenea şi pentru diferite gaze (oxigen, azot, bioxid de carbon).

Toate aceste substanţe şi gaze dizolvate alcătuiesc compoziţia chimică a apei.

Apa în condiţii naturale, nu este pură, suportând influenţa atât a factorilor naturali cât şi socio-economici.

Pentru determinarea caracteristicilor fizice şi chimice se fac determinări directe în teren şi prin prelevări de probe, în laborator.

Toate aceste caracteristici vor fi analizate la capitolul de caracteristici hidrochimice.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1.4.3. CONSIDERAŢII PRIVIND APA GREA

Spre deosebire de apa obişnuită cu greutatea moleculară 18, în apele naturale, se găseşte în proporţie mult mai redusă apa grea cu greutatea moleculară de 20. Această apă grea rezultă din izotopul greu al hidrogenului cu masa de 2,0147 numit deuteriu (D) şi care are formula D_2O.

Apa grea se găseşte în ţesuturile animale şi vegetale, în apa de cristalizare, în apa rezultată din topirea gheţii, în apa de ploaie, în apa marină dar în proporţie foarte mică, de 1 : 6000, fapt ce o face extrem de greu de saparat.

În ce constau diferenţele dintre apa normală şi apa grea se observă în tabelul de mai jos. (Tabelul 1.5.)

Tabelul 1.5.

Diferenţele dintre apa obişnuită şi apa grea

Proprietăţi	Apa obişnuită	Apa grea
Formula	H_2O	D_2O
Densitate la 4 °C	1	1,107
Densitate la 20 °c	0,9882	1,1056
Densitate maximă la temperatura:	4°C	11,6°C
Punct de topire	0°C	3,81°C
Constantă dielectrică	80,75°C	81,5°C
Punct de fierbere	100°C	101,42°C

Prin electroliză şi distilări repetate ale apei obişnuite, dintr-o tonă de apă se pot obţine 10 cm^3 apă grea cu o puritate de 99,99%.

Reacţiile chimice ale apei grele sunt mai lente în raport cu cele ale apei normale.

Comportarea organismelor vii la apa grea: seminţele nu încolţesc, şoarecii suportă apa grea în organism până la 40%, iar peştii şi alte organisme acvatice până la 32%.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1.5. IMPORTANŢA APEI ÎN NATURĂ ŞI ÎN SOCIETATEA UMANĂ

Rolul apei în procesele geochimice şi geofizice. Rolul chimic rezultă din acţiunea de dizolvare a rocilor în procesul de scurgere superficială (pe suprafaţa solurilor şi rocilor), în procesul de infiltraţie şi în circulaţia subterană. Exemple de roci solubile - sare, gips, calcare, loess şi gresii cu ciment calcaros. Procesul de dizolvare depinde de cantitatea de CO_2 conţinută în apă (la o proporţie de 1: 1000 CO_2). Astfel, se formează relieful carstic de suprafaţă şi dantelăria din peşteri.

Prin hidratare, anhidritul (rocă sedimentară de precipitaţie chimică) se transformă în gips ($CaSO_4 * H_2O$ = sulfat de Ca hidratat).

Rolul fizic (mecanic) prin îngheţ şi dezgheţ, eroziune, transport, depunere - apa joacă un rol imens în evoluţia scoarţei terestre.

Rolul apei în procesele biologice. Apa a servit drept mediu pentru apariţia vieţii. Întregul proces al vieţii este legat de apă, de la formele monocelulare la cele pluricelulare la viaţa animală inclusiv omul.

Influenţa apei asupra climei - rol moderator prin volumul mare de apă şi prin capacitatea de a se încălzi mai greu şi a ceda energia calorică mai lent. Curenţii oceanici - calzi (Gulf Stream, Kuro Shivo), reci (Groenlanda, Labrador, Oya Shiwo etc.).

Apa ca factor modelator al reliefului mijloceşte procesele premergătoare eroziunii prin dezagregare mecanică, descompunere chimică etc.

Abraziunea marină şi lacustră care se desfăşoară la ţărm.

Transportul aluviunilor şi depunerea lor (formarea deltelor) exercitat de reţeaua hidrografică.

Rolul apei în viaţa omului şi în economie. Folosirea ei pentru diferite necesităţi încă din perioada primitivă - surse alimentare (peşte, săruri minerale, alge), forţă motrice (mori, joagăre, pive, iar în ultimele decenii hidrocentrale).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Rolul apei în deşert - numai izvoarele şi apele subterane.

Aspecte negative - inundaţii (ex. Huanghe cu schimbarea gurii de vărsare), lucrările de îndiguire cu rol de protecţie dar şi cu dezafectarea zonelor umede - inundabile.

Alimentarea cu apă a populaţiei şi industriei. Rolul primordial în alimentarea cu apă a populaţiei, fie că este vorba de apa din râuri, din ape subterane, din gheţari. Reducerea resurselor de apă dulce a determinat migrarea şi dispariţie unor civilizaţii (Orientul Apropiat şi Mijlociu).

Resursele de apă dulce se estimează la 44700 km^3 din care se pot folosi doar 20000 km^3 (lacuri, râuri, ape subterane).

Se remarcă discrepanţe mari în repartiţia resurselor de apă pe Terra - bogate în zonele subpolare şi ecuatoriale, sărace în zona mediteraneeană şi foarte săraca în cele tropicale uscate.

Desalinizarea apei de mare în Kuweit - 5000 m^3/zi din Golful Persic, în Antile - insulele olandeze Aruba şi Curaçao, insulele Guernsey - Marea Mânecii, Republica Africa de Sud. Acest proces de desalinizare costă foarte mult în condiţiile de tehnică şi finanţare în prezent.

Transportul gheţarilor din Antarctica este o altă posibilitate de alimentare cu apă dulce dar cu costuri ridicate şi pierderi pe drumul parcurs de la sursă la consumatori.

Apa ca mijloc de comunicaţie. Navigaţie oceanică, pe râuri interioare, canale navigabile (Suez: 1869 - 162,2 km lungime, Panama: 1914 cu 81,6 km lungime şi adâncimea de 13,5 m, Corint 5,5 km şi adâncimea de 21-76 m, Kiel 98 km lungime) reprezentă cele mai semnificative căi de transport.

Alte utilizări ale apei : ca sursă de energie, utilizare care caracterizează secolul XX, pentru irigaţii - din antichitate şi până în zilele noastre, tratamentul balnear etc.

BCU IAŞI - CETATEA UNIVERSITARĂ LIBRARY

BIBLIOGRAFIE

Davîdov, L.,K., (1953), *Ghidrografia SSSR*, Leningrad, Gos. Universit. ciasti I;

Furon, R. (1967), *Problema apei în lume*, Ed. ştiinţifică, Bucureşti;

Gâştescu,P., (1990), *Fluviile Terrei*, Ed. Sport Turism, Bucureşti;

Kalesnik, S.V. (1959), *Bazele geografiei fizice generale*, Ed. Ştiinţifică, Bucureşti;

Lvovich,M.I. (1973), *The World's Water*, Mir Publishers, Moscow;

Lvovich,M.I. (1986), *Voda i jizni*, Mîsl, Moskva;

Mehedinţi, S. (1930), *Terra*, Ed. "Naţională" S. Ciornei, Bucureşti;

Martonne, Emm. de, (1926), *Aréisme et Indice d'aridité*, C.R. Acad. Sc.;

Roşu, Al., (1987), *Terra - geosistemul vieţii*, Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti;

Strahler, A.N.(1973), *Geografie fizică*, Ed. Ştiinţifică, Bucureşti;

Ven Te Chow (editor-in chief) (1964), *Handbook of applied hydrology*, McGraw Hill Book Company, New York;

*** (1978), *World Water balance and water resources of the Earth*, U.S.S.R., Committee for the International Hydrological Decade, UNESCO, Moskva.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

PARTEA A DOUA

APE SUBTERANE (HIDROGEOLOGIE)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

2.1. CONSIDERAŢII GENERALE

Hidrogeologia este ramura geologiei care se ocupă de cunoaşterea genezei, proprietăţilor fizico-chimice, starea de zăcământ, extensiunea, volumul şi deplasarea pânzelor de apă subterană.

Domeniul de studiu al hidrogeologiei îl reprezintă litosfera - unul din învelişurile (sferele) Pământului.

Proveniența apei în litosferă poate fi endogenă (din interiorul Pământului) şi exogenă (din atmosferă prin infiltrare).

În ceea ce priveşte originea, apele subterane pot fi:

Vadoase sau de infiltraţie rezultând din apa de ploaie sau din topirea zăpezilor care se infiltrează în orizonturile permeabile de la suprafaţa litosferei. Aceste ape intră parţial în circuitul general al apei prin deplasarea lor în fisurile şi porii rocilor.

Juvenile sau magmatice ce rezultă din condensarea vaporilor în procesul de răcire şi degazeificare a magmei. De regulă, au temperaturi ridicate şi sunt încărcate cu săruri dizolvate din rocile pe care le străbat, fapt pentru care se şi numesc ape minerale. Dar, trebuie să subliniem faptul că sunt şi ape minerale provenite din apele vadoase care se încarcă în deplasarea lor de sus în jos şi lateral.

De zăcământ sau veterice care însoţesc, de regulă, zăcămintele de petrol şi formează acvifere sub presiune. Aceste ape prezintă mai mult calităţi balneoterapeutice decât de băut.

Apele fosile de origine vadoasă datând din perioade mai umede din Cuaternar (ex. cele din estul Saharei).

Ape geotermale care provin din apele vadose ce se infiltrează şi se încălzesc potrivit treptei geotermice (1 °C la 33 m) revenind apoi la suprafaţă.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

2.2. PROPRIETĂŢILE ROCILOR DIN PUNCT DE VEDERE HIDROGEOLOGIC

Rocile ce alcătuiesc litosfera prezintă câteva caracteristici de care depinde înmagazinarea şi circulaţia apelor subterane, şi anume: porozitatea, permeabilitatea, capacitatea de absorţie, gradul de îndesare etc.

Porozitatea este caracteristica unor roci de a avea în masa lor spaţii libere (pori) de mărimi variabile. Porozitatea este dată nu numai de pori, dar şi de interstiţiile şi fisurilor rocilor. (Fig. 2.1.)

Coeficientul de porozitate (n) este modul de apreciere a porozităţii şi este dat de raportul dintre volumul porilor (Vp) şi volumul total (Vt) al rocii analizate:

$$n = \frac{Vp}{Vt} 100(\%) \qquad (2.1)$$

În mod obişnuit, coeficientul de porozitate se determină în laborator prin metoda volumetrică potrivit relaiei:

$$n = \frac{Vt - Vs}{Vt} * 100(\%) \qquad (2.2)$$

în care Vt - Vs = Vp, unde:

Vs este volumul scheletului de rocă rezultat din măcinarea eşantionului prelevat.

Se dau în continuare, câteva exemple de coeficienţi de porozitate: sol 30-40, argile 10-50, nisip, pietriş 18-47, calcare 2,5 - 20, gresii 5 -15, roci eruptive 1, cuarţite 0,5.

În natură se întâlnesc roci poroase şi compacte. (Fig. 2.2)

În categoria rocilor poroase intră rocile sedimentare (nisipuri, pietrişuri, bolovănişuri, argile, marne) ale căror pori nu depăşesc 1,2 mm diametru (ϕ).

După mărime porii se grupează în: supracapilari cu ϕ între 0,5 şi 1,2 mm (în aceste roci apa circulă conform legilor hidrodinamicii); când porii depăşesc

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1,2 mm ϕ rocile se mai numesc macroporoase sau cavernoase; capilari cu ϕ

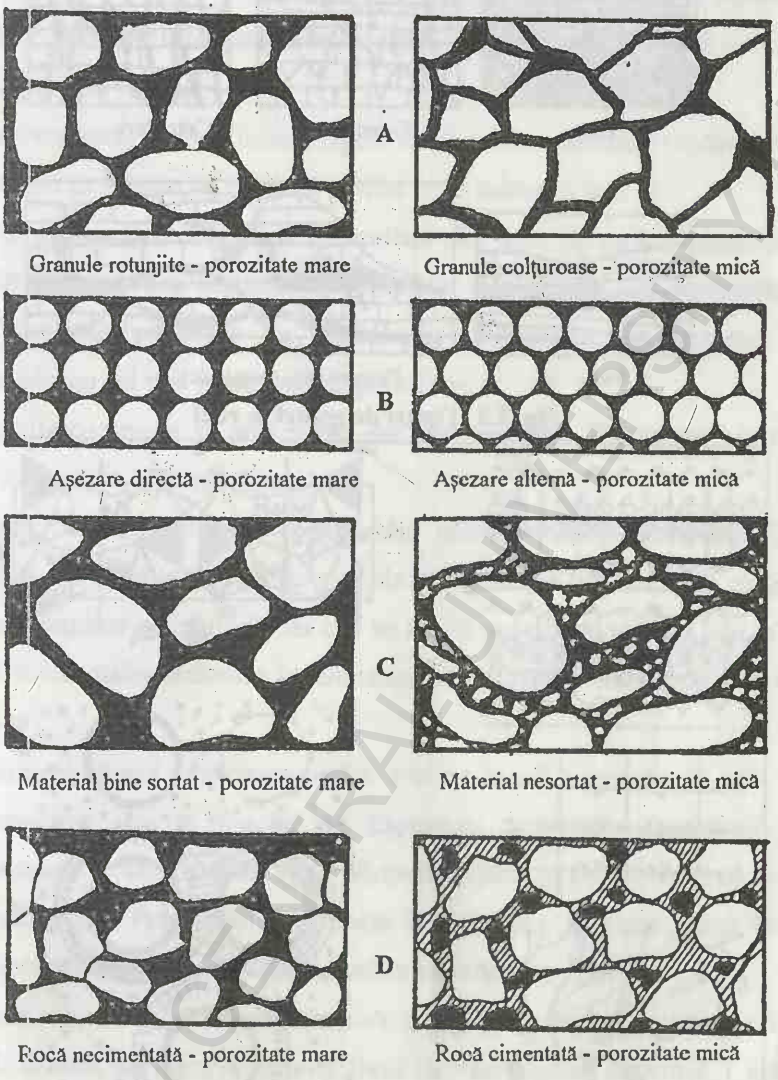


Fig. 2.1 Dependenţa porozităţii rocilor de anumite caractere petrografice (după diverşi autori)

A - de forma granulelor; B - de felul de aşezare a granulelor; C - de gradul de sortare; D - de gradul de cimentare.

BCU IAŞI CENTRALĂ UNIVERSITARĂ LIBRARY

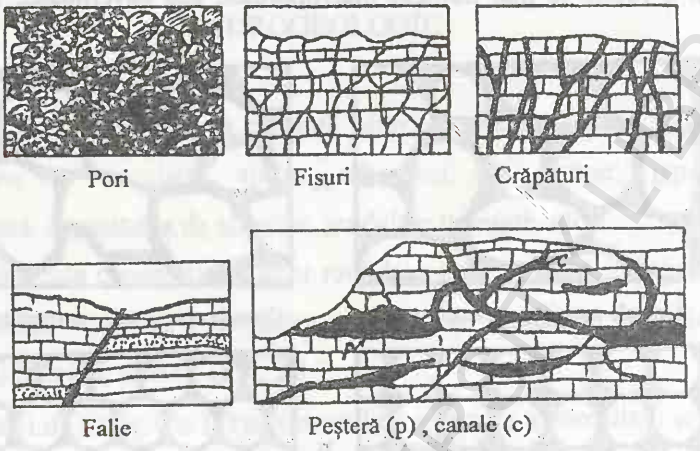


Fig. 2.2 Tipuri de goluri în roci

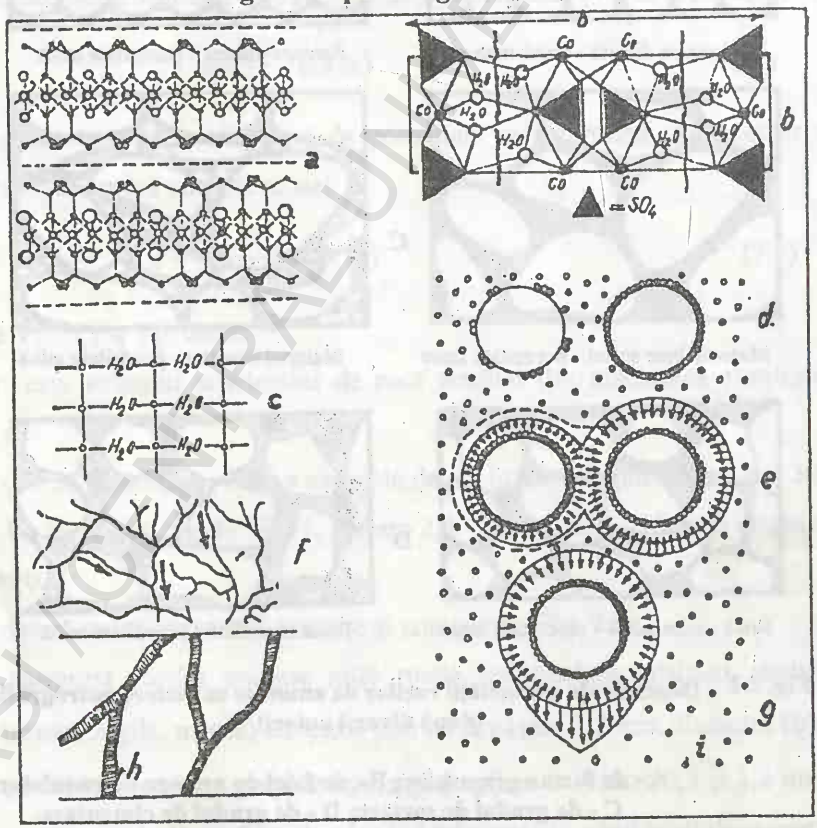


Fig. 2.3 Categoriile de apă din roci (după diverşi autori)
a - de constituţie; b - de cristalizare; c - zeolitică;
d - higroscopică; e - peliculară; f - capilară; g - gravitaţională;
i - vapori; g - gheaţă

între 0,5 şi 0,0002 mm, în aceste condiţii apa după ce intră în rocă este reţinută de forţa capilară şi circulă greu conform legilor hidrodinamicii; subcapilari cu ϕ sub 0,0002 mm, apa pătrunsă este reţinută fără să circule şi este cedată numai la temperaturi ridicate.

În concluzie se subliniază faptul că în rocile detritice (sedimentare) apa circulă nu în funcţie de volumul porilor ci de mărimea lor.

Porozitatea poate fi primară rezultată din tipul de rocă şi secundară când rezultă din acţiunea de dizolvare a apelor, fisurile datorate contractării, porii rezultând din procesele de cristalizare, deshidratare şi eroziune eoliană. Nisipurile au cel mai mare grad de porozitate.

Rocile compacte au pori reduşi dar prin perezenţa fisurii apa poate circula (rocile eruptive, metamorfice)

Deci, se întâlnesc roci permeabile prin porozitate (nisipuri, pietrişuri, loessuri, piroclastite) şi roci permeabile prin fisuraţie (calcare, roci eruptive). În rocile compacte acumulările de apă au loc în scoarţa de alterare sau la bază în cazul accidentelor tectonice (apele termale de la Băile Herculane care ajung la 2000 m).

Permeabilitatea este caracteristica rocilor de a fi traversate de apă. Această caracteristică este în funcţie de dispunerea particulelor, mărimea porilor, temperatura şi vâscozitatea apei. Nisipurile, pietrişurile au un grad ridicat de permeabilitate. Permeabilitatea poate fi omogenă şi neomogenă în cadrul aceluiaşi tip de rocă în funcţie de evoluţia ulterioară a acesteia.

Permeabilitatea, se exprimă în cm/s, dar şi în unitatea darcy care se defineşte astfel: debitul de 1 cm^3/s al unui fluid cu vâscozitatea dinamică 1 centipoise care se infiltrează printr-un mediu poros cu secţiunea de 1 cmp., sub acţiunea unui gradient de presiune de 1 atm/cm, 1 darcy = $0,966 * 10^3$ cm/s sau $1*10^{-3}$ cm/s.

Vâscozitatea apei este rezistenţa la curgere datorită frecării interioare, numită şi vâscozitate dinamică (n) ce variază cu temperatura (t). La 20 °C

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

vâscozitatea este egală cu 1 centipoise care reprezintă a suta parte dintr-un poise (după numele lui Poiseuille).

$$\eta = \frac{0,0001817}{1+0,337t+0,00022t^2}\left[kg/s/m^2\right] \qquad (2.3)$$

În mod obişnuit, permeabilitatea se caracterizează prin coeficientul de permeabilitate (K_p) denumit şi coeficientul de filtraţie (K_f).

Sub aspectul permeabilităţii rocile sunt: permeabile, semipermeabile, impermeabile.

Capacitatea de absorţie este caracteristica unei roci de a reţine o anumită cantitate de apă şi este în funcţie de mărimea porilor şi se exprimă prin coeficientul de absorţie (C_a) care este dat de relaţia:

$$C_a = \frac{m_1 - m}{m} * 100 \ (\%). \qquad (2.4)$$

unde:

m_1 este masa de apă reţinută de o probă în stare naturală

m - masa probei uscată la 105 °C.

Coeficientul de saturaţie (C_s) este raportul dintre absorţia la presiune normală (a_i) şi absorţia la presiunea de 150 Kgf/cm^2, (a_p)

$$C_s = \frac{a_i}{a_p}. \qquad (2.5)$$

Gradul de îndesare (D) reprezintă starea naturală a unei roci ; acesta variază între 0 şi 1. În acest sens se deosebesc roci: afânate D = 0, 00 - 0,33, îndesate D = 0,33 - 0,66 şi foarte îndesate D = 0,66 - 1,00.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

2.3. TIPURILE DE APĂ DIN PORII ROCILOR

În acest sens se deosebesc ape: în stare de vapori, peliculară, gravitațională, higroscopică, legată chimic și în stare solidă. (Fig. 2.3)

Apa în stare de vapori este în funcție de temperatura rocii magazin și de elasticitatea vaporilor. Această apă poate trece prin condensare în stare lichidă și invers.

Apa peliculară formează un înveliș în jurul granulelor prin acțiunea forțelor de atracție moleculară. Ea se poate deplasa de pe o granulă pe alta în stare lichidă fără a fi supusă forței gravitaționale. Acestă apă îngheță la -1°C și trece în vapori la 100 °C.

Apa gravitațională este apa din pori și fisuri care intră sub acțiunea gravitației. Aceasta se comportă normal (îngheață la 0 °C și fierbe la 100 °C). Se poate prezenta și sub formă solidă (gheață) la temperaturi sub 0 °C. Apa gravitațională este: capilară ce ocupă porii rocilor și se poate ridica prin capilaritate în pori, când aceștia au dimensiuni mici: aceasta transmite presiunea hidrostatică și este cedată prin evaporație; liberă ce umple spațiile (pori, fisuri) și se supune legilor generale ale lichidelor.

Apa higroscopică îmbracă granulele rocilor sub forma unei pelicule și se menține datorită forței moleculare. Această apă nu transmite presiunea hidrostatică și se deplasează numai în stare de vapori. Nu respectă legile hidrodinamicii. Este îndepărtată la + 105 °C și îngheață la -78 °C.

Apa legată chimic face parte din compoziția chimică a mineralelor și poate fi sub următoarele forme:

- apa de cristalizare intră în compoziția cristalină a mineralelor și se degajă prin încălzirea treptată a rocilor;
- apa hidratantă (de constituție și de cristalizare) când intră în compoziția chimică a mineralelor și se eliberează la temperaturi înalte;
- apa zeolitică sau apa de interrețea intră în rețeaua cristalină a mineralelor și se degajă numai prin temperaturi de peste 100 °C.

BCU ASTI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

2.4. CIRCULAŢIA APELOR SUBTERANE

Pentru a cunoaşte modul de circulaţie a apelor subterane este nesesar a prezenta, succint, categoriile de roci magazin.

În acest sens, rocile prin care circulă apa se împart în: acvifere (nisipuri, pietrişuri, bolovănişuri, grohotişuri etc.) în care apa circulă uşor; acvilude (marne, argile) cu pori de dimensiuni mici, în care apa circulă mai greu, acvifuge (rocile compacte eruptive, metamorfice, sedimentare cimentate etc.) în care apa nu poate circula.

În funcţie de caracteristicile de mai sus, depozitele prin care circulă apa subterană se mai deosebesc în: depozite nesaturate şi saturate (acvifere), ultimele au la bază un strat impermeabil şi ca atare acumulează apele subterane.

În depozitele magazin, apa circulă sub influenţa forţei gravitaţiei şi a înclinării stratelor. Modul de circulaţie depinde de gradul de permeabilitate, compactitatea şi eterogenitatea rocilor.

Curentul de apă care circulă în rocile magazin poate fi: laminar şi turbulent (cel mai adesea întâlnit).

În acviferele cu nivel liber, deplasarea se face sub influenţa presiunii hidrostatice, de la cotele înalte spre cele mai joase.

Direcţia de curgere se poate determina prin: coloranţi de regulă fluoresceină, fuxină, uranină, fenolftaleină etc., trasori radioactivi, chimici şi grafic.

Fluoresceina a fost aplicată prima dată în 1864 de P. Kandler în Triest în terenurile carstice, urmat de A. Knopp (1887). În România S. Mihuţia (1901) a folosit-o în carstul de la Vaşcău.

Detectarea deplasării fluoresceinei se face cu ochiul liber, cu colorimetrul, cu fluoroscopul şi cu lampa Wood.

Alţi trasori chimici - clorurile de sodiu, litiu, calciu, amoniu, acestea cu inconveniente că sunt absorbite de aluviuni, iar la viteze mari difuzia este slabă.

BCU "I. CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Trasori radioactivi, izotopii brom^{82}, cadmiu^{15}, iod^{131}, seleniu^{75}, argint^{110}, iodura de sodiu, sulf. Acestea au avantajul că se transmit şi se pot măsura şi prin roci cimentate. Se aplică până la 40 m adâncime.

Grafic. Se alege pe un plan topografic o reţea de 3 puncte (foraje) la care se măsoară adâncimea faţă de nivelul mării. Prin unirea celor 3 puncte în formă de triunghi şi coborârea perpendicularei din vârful triunghiului cu valoare (cotă) maximă pe o dreaptă care uneşte punctele cu aceeaşi cotă, se obţine direcţia de curgere (BE în Fig. 2.4).

Gradientul hidraulic (i) este diferenţa de presiune dintre 2 puncte (unitate de lungime) de pe nivelul (panta) piezometric (Fig. 2.5).

$$i = \frac{H_1 - H_2}{l} \qquad (2.6)$$

Coeficientul de infiltraţie (K_i). Deplasarea pe verticală (descendentă) a apei în rocile nesaturate se numeşte *infiltraţie* (percolaţie). Acest coeficient se determină în teren sau laborator prin experimente şi se exprimă potrivit relaţiei

$$K_i = \frac{Vi}{i} \qquad (2.7)$$

unde:

Vi este viteza de infiltrare

i - gradientul hidraulic.

Viteza de infiltrare rezultă din:

$$Vi = \frac{Qi}{S_1} \quad (\text{cm/s}) \qquad (2.8)$$

unde:

Qi este debitul infiltrat

S_1 - secţiunea luată în considerare

În cazul în care i este egal cu unitatea (1),

$$Ki = Vi = \frac{Qi}{S_1} \qquad (2.9)$$

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Coeficientul de filtraţie. Pătrunderea apei în rocile cu pori saturaţi se numeşte filtraţie şi se exprimă prin coeficientul de filtraţie (K_f) egal cu coeficientul de permeabilitate (K_p). Acest coeficient se defineşte ca viteză de deplasare (de filtraţie - V_f) a apei printr-un mediu permeabil saturat cu un gradient hidraulic (i) egal cu unitatea

$$V_f = \frac{Q_f}{S} \text{ (cm/s)} \tag{2.10}$$

unde:

Q_f este debitul de filtrare

S - suprafaţa secţiunii stratului.

Viteza reală (V_r) este dată de relaţia

$$V_r = \frac{V_f}{n} \text{ (cm/s)} \tag{2.11}$$

unde:

n este porozitatea cu valori subunitare

şi, deci, V_r este mai mare decât V_f.

În rocile cu porozitate omogenă în care curgerea apei are aspect laminar, viteza de filtraţie este dată de legea Darcy

$$V_f = \frac{Q_f}{S} = K_f \cdot i \tag{2.12}$$

Legea Darcy este aplicabilă în depozitele în care diametrul granulelor depăşeşte 3 mm sau este sub 0,01 mm.

De regulă curgerea apei are un caracter turbulent (roci fisurate, goluri carstice, porozitate neomogenă). În această situaţie deplasarea apei se face conform legii Chézy - Krasnopolski

$$V_f = C\sqrt{R \cdot i} \text{ (cm/s)} \tag{2.13}$$

unde:

V_f este viteza de filtraţie în regim turbulent

C - coeficintul de rugozitate al pereţilor

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

R - raza hidraulică (raportul dintre suprafaţa secţiunii transversale a curentului şi perimetrul udat)

i - gradientul hidrauluic.

Dacă notăm $C\sqrt{R} = K_f$, adică coeficient de filtraţie turbulent, rezultă că

$$V_f = K_f \cdot i \qquad (2.14)$$

şi $$K_f = \frac{V_f}{i}$$

Coeficientul de filtraţie se determină în laborator, pe teren (experimental) şi indirect, prin calcul.

Debitul stratelor acvifere se determină cu ajutorul coeficientului de filtraţie.

Coeficientul de filtraţie şi gradientul hidraulic se determină conform procedeelor amintite, viteza de filtraţie $V_f = K_f \cdot i$ (m/zi), iar $Q = K_f \cdot i \cdot s$ (mc/zi), în care $s = L \cdot H$ (m^2), adică lăţimea *(L)* şi grosimea *(H)* a stratului acvifer.

2.5. DISTRIBUŢIA APELOR SUBTERANE PE VERTICALĂ

În procesul de infiltrare a apei depozitele se prezintă în două situaţii - saturaţie completă (toţi porii imbibaţi cu apă) şi incompletă (apa ocupă numai porii capilari) şi deci apa se menţine în roci datorită forţei moleculare fiind numită apă suspendată.

Se deosebeşte astfel, în profil vertical o zonă de aeraţie (saturaţie incompletă) şi o zonă de saturaţie; limita dintre cele două zone se numeşte nivel freatic (piezometric, hidrostatic) (Fig. 2.6.)

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

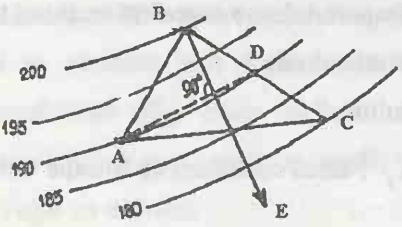


Fig. 2.4 Determinarea direcției de curgere prin metoda grafică

Fig. 2.5 Determinarea gradientului hidraulic

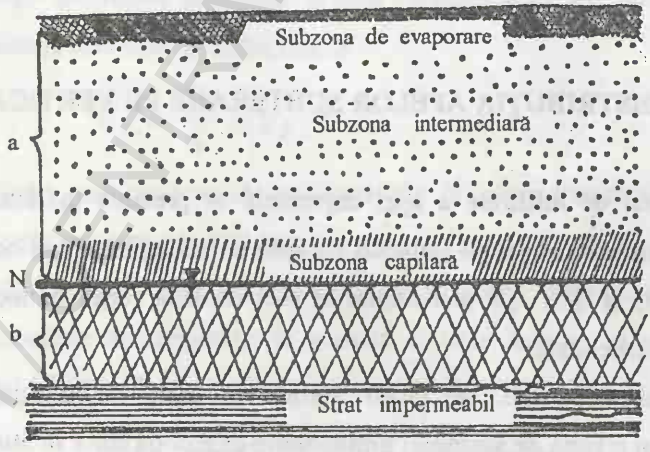


Fig. 2.6 Distribuția apelor subterane pe verticală
a) zona de aerație (de saturație, incompletă, oxidație)
b) zona de saturație (alimentație)
N—H nivel piezometric (freatic, hidrostatic)

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Sub aspectul proceselor chimice se deosebesc:

- zona de oxidaţie (a) sau alteraţie corespunzător zonei de aeraţie;

- zona de cimentaţie (b) între cea de oxidaţie şi adâncimea limită de pătrundere a apei în litosferă (9 - 12 km) respectiv până unde apa se disociază în elementele componente (la 365 °C).

2.6. STRATELE ACVIFERE

Stratul acvifer este cantonat în roci acvifere care pot fi omogene (permeabile prin porozitate) şi eterogene (permeabile prin fisuraţie).

În funcţie de poziţia acviferelor faţă de stratul impermeabil, acestea sunt libere şi captive.

Acviferele libere sunt apele subterane acumulate prin infiltraţie în depozitele care au numai în bază strat impermeabil. La partea superioară nivelul freatic (piezometric) variază în funcţie de condiţiile climatice şi topografice. Aceste acvifere îmbracă, mulează formele de relief. (Fig. 2.7. A)

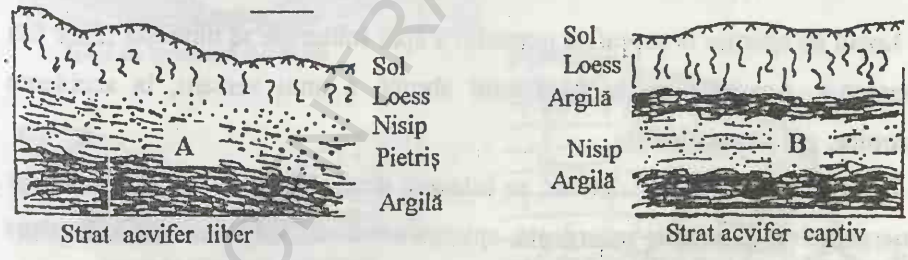


Fig. 2.7 Acvifere libere şi captive

Tipuri de acvifere libere

a) Acvifere în depozite aluvionere (lunci, albii majore, terase fluviatile). Acestea au realţii directe şi reciproce cu variaţia nivelului din râuri.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

b) Acvifere în conuri de dejecție, datorită structurii heterogene cu lentile impermeabile și pot fi acvifere libere și captive.

c) Acvifere în roci compacte cu fisuri mici, în roci eruptive, metamorfice și sedimentare cimentate, fisuri mari în calcare, dolomite ca urmare a procesului de dizolvare în care apa circulă cu ușurință.

Acvifere captive situate între două strate impermeabile în care acviferul are o suprafață de alimentare redusă ce nu corespunde cu suprafața stratului ci cu capătul stratului (Fig. 2.7.B).

Apa care se ridică deasupra nivelului terenului se numește apa arteziană (de la reg. Artois din Bazinul Paris) sau ajunge, numai, la suprafața terenului (apa ascensională).

Nivelul piezometric este nivelul la care se ridică apa din stratul captiv datorită presiunii hidrostatice. Nivelul piezometric pozitiv când acesta depășește suprafața terenului și nivel piezometric negativ când nu depășește suprafața terenului.

2.7. IZVOARELE

Locul de apariție la suprafața terenului a apei subterane se numește izvor sau emergență. Acesta apare la baza unui abrupt, a unui versant, la accidente tectonice, goluri carstice etc.

În cazul terenurilor calcaroase, se folosesc două denumiri asupra izvoarelor (emergențelor) și anume: resurgență, apariția unui curs subteran care a dispărut în altă parte printr-un sorb sau ponor (ex. Bigăr în Banat, Topolnița în Mehedinți); exurgență, apariția la limita masivului calcaros a unor ape vadoase infiltrate la suprafață prin fisuri; în România se numește izbuc (ex. Călugări, Munții Apuseni, Ochiul Beiului - Banat etc.).

După poziția lor, izvoarele sunt descendente și ascendente.

Izvoarele descendente sunt cele mai frecvente și rezultă din descărcarea unor acvifere la intersectarea lor de un accident morfologic. În această categorie intră

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

izvoarele de la baza versanţilor, a conurilor de dejecţie, a teraselor fluviatile. Mai sunt izvoare descendente de strat monoclinal, de sinclinal, de anticlinal, în roci compacte. (Fig. 2.8.)

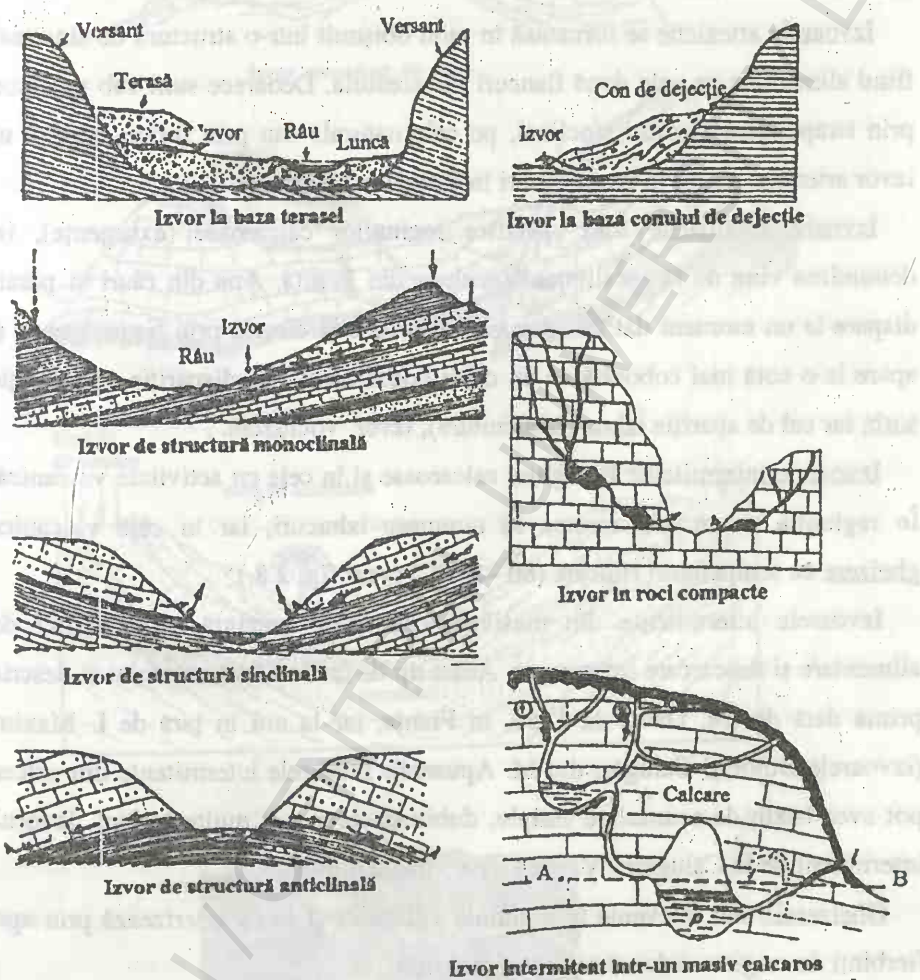


Fig. 2.8 Tipuri de izvoare descendente

Izvoarele ascendente , fiind de regulă, cuprinse între două strate impermeabile, circulaţia între zona de alimentare şi cea de apariţie la zi se face sub presiune. (Fig. 2.9.)

În această categorie intră izvoarele arteziene, izvoarele vocluziene, izvoarele de strat, de falie etc.

Izvoarele arteziene se formează în mod obişnuit într-o structură de sinclinal, fiind alimentate pe cele două flancuri ale acestuia. Deoarece sunt sub presiune, prin străpungerea axului sinclinal, pe cale naturală sau prin foraje, rezultă un izvor artezian, numit în unele locuri în România şi tâşnitor.

Izvoare vocluziene sunt specifice regiunilor calcaroase (exurgenţe), iar denumirea vine de la localitatea Vaucluse din Franţa. Apa din râuri şi pâraie dispare la un moment dat într-o masă calcaroasă şi circulă prin fisuri, goluri şi apare la o cotă mai coborâtă cu un debit bogat. Locul de dispariţie se numeşte sorb, iar cel de apariţie izbuc (izbucnitură), izvor vocluzian. .

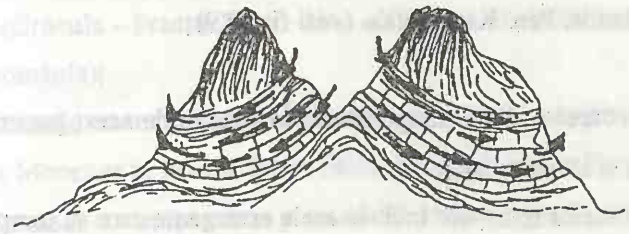
Izvoarele intermitente în regiuni calcaroase şi în cele cu activitate vulcanică. În regiunile calcaroase acestea se numnesc izbucuri, iar în cele vulcanice gheizere cu temperaturi ridicate (80 - 85 °C) (vezi fig. 2.8.).

Izvoarele intermitente din masivele calcaroase prezintă caracteristici de alimentare şi descărcare interesante. Acest tip de izvor a fost semnalat şi descris prima dată de Ch. Darcy în 1856, în Franţa, iar la noi în ţară de I. Maxim (izvoarele Bujor şi Călugări din M. Apuseni). Izvoarele intermitente din calcar pot avea bazin de acumulare simplu, dublu şi chiar mai multe în lanţ. Izvorul intermitent de la Călugări - Vaşcău are un bazin dublu.

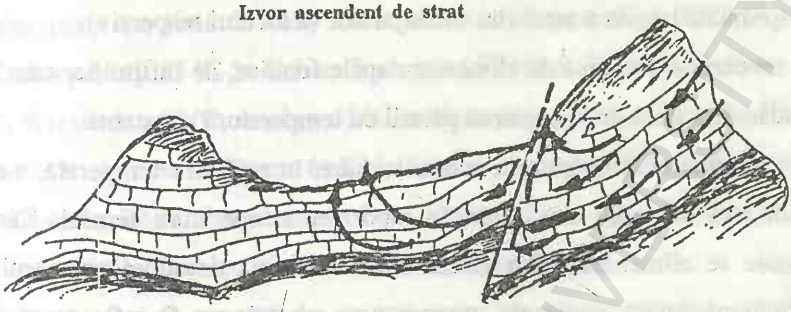
Gheizerele sun frecvente în regiunile vulcanice şi se caracterizează prin ape fierbinţi de origine vadoasă sau chiar juvenilă.

La un gheizer se pot identifica câteva componente (părţi) asemănătoare cu cele ale unui vulcan. La suprafaţă, acestea prezintă un con care are în mijloc un crater, dar de dimensiuni mici. În interioarul scoarţei, se găseşte un canal (coş) prin care apa gheizerului vine în contact cu masa (sursa) de încălzire care este

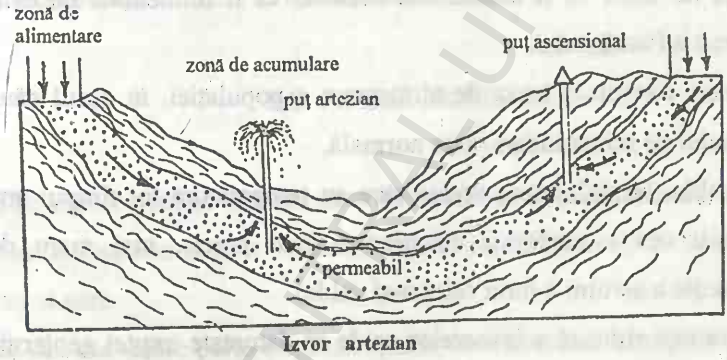
BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Izvor ascendent de strat



Izvor ascendent de falie



Izvor artezian

Geyser

Schema unui gheizer (geyser)

Fig. 2.9 Tipuri de izvoare ascendente

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

de natură magmatică. Cele mai cunoscute gheizere sunt în Yellowstone - SUA, Islanda, Noua Zeelandă, Pen. Kamceatka. (vezi fig. 2.9)

Clasificarea izvoarelor după temperatură. În funcţie de acest parametru se disting izvoare reci şi izvoare calde .

În categoria izvoarelor reci, sunt incluse acele emergenţe care au temperatura egală sau apropiată cu cea a mediului înconjurător (a locului respectiv).

Aceste izvoare au ca sursă de alimentare apele freatice, de infiltraţie, care se găsesc la adâncimi mici, în apropierea păturii cu temperatură constantă.

Datorită constanţei temperaturii, aceste izvoare, în regiunea temperată, vara aparent sunt reci iar iarna mai calde, în raport cu temperatura aerului. Când aceste izvoare se alimentează din pânza freatică situată deasupra orizontului litologic cu temperatură constantă, temperatura acesteia va fi influenţată de energia solară, iar când va fi situată sub aceasta, va fi influenţată de căldura (energia) internă a Pământului.

Izvoarele reci constituie sursa de alimentare a populaţiei, în cazul când şi salinitatea (gradul de mineralizare) este normală.

Izvoarele calde (termale) sunt acelea care au temperatura tot timpul anului mai mare decât cea a mediului înconjurtor (mai precis, mai mare decât temperatura medie a aerului a lunii celei mai calde).

Temperatura mai ridicată a izvoarelor calde se datoreşte treptei geotermice, deci apa acestora venind la suprafaţă de la adâncimi mai mari.

De regulă, apa izvoarelor calde provine din infiltrarea apelor meteorice (vadoase), dar sunt şi situaţii când acestea provin din apele juvenile (magmatice). Izvoarele calde se mai numesc şi geotermele .

După ecartul termic izvoarele termale se grupează astfel:

- hipotermale când temperatura este între + 20° şi + 35 °C; în această categorie intră cele mai multe izvoare atât în România cât şi pe Terra (Vichy, Brides, Royat în Franţa, Ischia, Salsomaggiore în Italia, Lunca Bradului - Topolniţa, Băile Olăneşti, Mangalia, Tuşnad - Băi, Mocrea, Moneasa în România etc.);

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- izotermale care au temperatura apropiat de cea a corpului omenesc +36 °C, +37 °C (Gréoulx - Franţa, Vinh - Hao - Vietnam, Vaţa de Jos pe Valea Crişului Alb - România);
- mezotermale cu temperatura între +38 °C şi +42 °C sau până la 45 °C (Vichy - Etat, La Monetier în Franţa, Băile Felix şi Băile 1 Mai în România);
- hipertermale cu temperatura pese 45 °C şi care apar la suprafaţă, în cea mai mare parte pe linii de falii de la adâncimi apreciabile fiind şi radioactive (Karlovy Vary 75 °C în Cehia, Budapesta 77 °C în Ungaria, Baden - Baden 68 °C, Wiesbaden 68 °C, Aachen 55 °C în Germania, Axles - Thermes 77 °C, Thuês 78 °C, Vichy izvorul Dome 66 °C în Franţa, Hakone - Park 70 °C, Kusatsu 62 °C în Japonia, Băile Herculane cu Baia Neptun, Baia romană, Baia Diana, Şapte Izvoare, Băile Felix cu 48 °C şi 69 °C în România).

După cum se constată în această categorie - hipertermale - intră cele mai renumite izvoare folosite în tratamentul balnear.

2.8. APELE MINERALE

Sub raport genetic acestea sunt determinate (legate) de ariile şi activităţile vulcanice (actuale şi post - vulcanice), de zăcămintele de petrol, cărbune, gaz metan şi sare.

În cea mai mare parte originea apelor este vadoasă care prin infiltrare (linii de falii şi alte accidente tectonice) se încarcă cu diferite săruri, elemente radioactive, iar unele îşi ridică temperatura. Prin revenirea la suprafaţă sub formă de izvoare sau prin captare prin foraje, apele minerale sunt folosite în scopuri curative (ape minerale) şi tratament balnear (ape balneare).

Se apreciază că peste 0,5 g/l, apele sunt minerale, dar aceasta este discutabilă deoarece întâlnim râuri cu mineralizare până la 1 g/l care nu sunt considerate ape minerale.

După conţinutul în gaze şi elemente chimice apele minerale se împart în : carbogazoase cu peste 1 g/l de CO_2; bicarbonatate cu carbonaţi de Ca peste 1

g/l; sulfatate (sulfuroase) cu peste 1 mg/l sulf titrabil; feruginoase cu peste 10 mg/l fier; clorurate cu prezenţa Cl Na. De asemenea apele mai sunt ioduroase, arsenice prin prezenţa iodului sau arseniului.

Tot în categoria apelor minerale sunt incluse apele radioactive şi cele oligominerale (sărace în substanţe minerale).

Tipuri de izvoare minerale. Carbogazoase simple caracterizate prin prezenţa lui CO_2, au o răspândire mare în ariile cu manifestări postvulcanice (Karlovy - Vary - Cehia, Spa - Belgia, Vişeul de Sus, Jigodin - Băi, Suseni etc. în România).

Bicarbonatate carbogazoase în care se disting izvoarele alcaline cu predominarea cationilor de Na, K şi terroase în care predomină cationii de Ca şi Mg. Aceste izvoare sunt răspândite tot în ariile vulcanice (Karlovy - Vary, Spa, Ciechocinek - Polonia, în Vietnam, Algeria, SUA). În România menţionăm Valea Vinului, Parva, Sângiorz - Băi pe Someşul Mare, Bixad - Maramureş, Bilbor, Borsec, Olteni şi Zizin, în Munţii Metaliferi şi Poiana Ruscă.

Bicarbonatate simple răspândite tot în ariile vulcanice (fără CO_2) - Vichy, Vals, Mont - Dore în Franţa, Teplice - Cehia, Budapesta etc. În România menţionăm Arad, Urzicuţa - Dolj, Leţcani - Bacău.

Feruginoase cu prezenţa fierului până la 10 mg/l şi temperatura mediului. În România amintim Poiana Ilvei, Vatra Dornei, Dorna Cândreni, Poiana Negri, Miercurea - Ciuc, Malnaş - Vâlcele, Turţ - Băi, Mocrea. În Anglia la Harrogate, în Belgia la Spa, Warm Springs în SUA, Krynica în Polonia.

Sulfuroase cu predominare H_2S, sulfurilor şi se întâlnesc în zona muntoasă. În România - Izvoarele Sucevei, Moldaova - Sulişa, Moineşti, Pucioasa, Căciulata, Băile Olăneşti, Băile Govora, Strunga, Băile Herculane. În Germania la Aachen, în Spania la Pandicosa, în Grecia la Hipata etc.

Sulfatate la care apele provin de la mare adâncime şi sunt puţin mineralizate. În România se găsesc la Oglinzi, Bălţăteşti, Borleşti - Neamţ, Ivanda - Timiş. La Plombieres şi Saint - Gervais în Franţa, la Bagastein în Austria, Hot Springs of Arkansas în SUA etc.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Clorosodice cu mineralizare mai mare ca urmare a dizolvării masivelor de sare. Menţionăm izvoarele de la Baden - Baden, Bad - Kreuznach şi Wiesbaden - Germania, Kişlovodsk - Rusia, Bad Ischl - Austria. În România - Cacica - Suceava, Vânători - Neamţ, Tg. Ocna, Slănic - Moldova, Slănic - Prahova, Ţintea, Băicoi, Telega, Ocnele Mari, Ocna Sibiului, Turda, Ocna Mureş, Someşeni - Cluj, Cojocna, Sic, majoritatea reprezentate prin lacuri.

Iodurate apar tot în regiunile salifere - Vulcana - Băi, Moreni, Sărata - Monteoru, Bazna (legat de zăcămintele de metan).

Oligominerale au săruri foarte puţine dar cu proprietăţi termice curative - Moneasa, Salonta, Băile Felix. Sunt şi izvoare oligominerale reci - Plopiş, Cermei, Chişineu - Criş, Fibiş, Bogda, toate în România.

Radioactive la care îmbogăţirea apelor cu izotopi radioactivi are loc în roci eruptive, vulcanice (uraniu, thoriu, radiu). Dezintegrarea radiului dă emanaţii de Radon (Rn).

Măsurarea radiactivităţii se face prin unităţi de picocurie (pCi) unde 1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ dez./s. Datorită dificultăţilor de calcul, se foloseşte o altă unitate numită rutherford (1 rutherford - rd = 10^6 dez./s iar microrutherford - μrd = 1 dez./s. Tot aici se folosesc - unitatea Maché (uM) sau eman (e).

Izvoarele radioactive din România se pot clasifica după gradul de radioactivitate în mai multe grupe:

- foarte slab radioactive care au până la 500 pCi/Rn/l sau 18,5 μrd. (Sâncrăieni, Mădăraş, Lueta, Biborţeni, Malnaş - Băi, Covasna, Vatra Dornei, Băile Felix, Băile 1 Mai, Govora, Mangalia etc.);

- cu radioactivitate slabă care au între 500 - 1000 pCi/Rn/l sau 18,5-37 μrd (Harghita - Băi, Cârţa, Vlăhiţa, Stâna de Vale, Moneasa, Buziaş);

cu radioactivitate moderată care au între 1000 - 5000 pCi/Rn/l sau 37 - 185 μrd (Bilbor, Borşa, Valea Vinului, Valea Mariei, Lipova, Căciulata, Călimăneşti, Băiţa, Gioagiu - Băi, Slănic Moldova);

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- cu radioactivitate mare care au între 5000 - 10.000 pCi/Rn/l sau 185 - 370 µrd (Borsec, Someşeni, Jibou);

- cu radioactivitate deosebită care au peste 10.000 pCi/Rn/l sau peste 370 µrd (Sângiorz - Băi, Tuşnad - Băi, Băile Herculane, fiind folosite în balneotarapie).

BIBLIOGRAFIE

Dassargues, A.(1995), *Modeles matématiques en hydrogéologie*, Program Tempus "Sciences de l'eau et environnment", Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti;

Pascu, M., Stelea,V.(1968), *Cercetarea apelor subterane*, Ed. Tehnică, Bucureşti;

Preda, I., Maroşi, P. (1971), *Hidrogeologie*, Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti;

Preda, I., Ţenu,A. (1981), *Resurse de ape minerale şi termale*, Centrul de Multiplicare al Universităţii Bucureşti;

Pricăjan, A. (1972), *Apele minerale şi termale din România*, Ed. Tehnică, Bucureşti;

Zamfirescu, F., (1995), *Hidrogeologie. Dinamica apelor subterane*, Ed. Universităţii Bucureşti.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

PARTEA A DOUA

HIDROLOGIA RÂURILOR (POTAMOLOGIE)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.1 CONSIDERAŢII GENERALE ASUPRA REŢELEI HIDROGRAFICE

Dacă privim imaginea planetei Terra - luată din satelit, ea ne apare organizată, de la cele mai mici firişoare de apă, respectiv rigole şi ogaşe, şi până la cele mai mari artere - râuri, fluvii, în numeroase organisme care, în cea mai mare parte se termină la marginea mărilor şi a oceanelor, uneori în interiorul continentelor, în lacuri sau în centrul unor depresiuni închise (Shari în lacul Ciad - Africa, Amudaria şi Sîrdaria în lacul Aral - Asia, Iordan în Marea Moartă - Asia, Desaguadero în lacul Titicaca - America de Sud şi nu pe ultimul loc Volga în Marea Caspică - Europa).

Se poate afirma că reţeaua hidrografică are cel mai mare grad de acoperire, de cuprindere a suprafeţei Terrei, în comparaţie cu alte componente ale mediului geografic.

Precipitaţiile ajunse pe suprafaţa uscatului, exceptând cantitatea care se consumă prin evaporaţie şi evapotranspiraţie şi care trece direct în atmosferă, datorită diferenţei de nivel (de altitudine) unde cad, şi nivelul "0" al mării, pe de o parte, şi forţei gravitaţionale, pe de altă parte, se deplasează, şi prin conjugare firişor cu firişor de apă se formează artere hidrografice din ce în ce mai bine conturate, care ajung, mai devreme sau mai târziu, în Oceanul Planetar. Chiar şi acea parte din precipitaţii care se infiltrează în scoarţa terestră (litosferă) şi formează orizonturile de apă freatică, se supune aceleaşi forţe gravitaţionale, deplasându-se apoi lent pe cale subterană, până ce revine la suprafaţă sub formă de izvoare.

Aşadar, scurgerea naturală a apei provenită din ploi, existentă în cursul anului, determinată de panta terenului, ce se concentrează într-un curent de apă canalizat de forma de relief negativă şi alungită (vale), generează un râu.

Simion Mehedinţi, fondatorul geografiei moderne româneşti (1868-1962), în lucrarea sa fundamentală "Terra" (op. citată pag 249) dădea următoarea

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

definiție râului: "totalitatea șuvițelor de apă care scurg umezeala unui ținut întreg spre punctul cel mai de jos al bazinului respectiv".

Față de această definiție și noțiune generică de râu, se întâlnesc numeroase trepte și variante, care definesc același proces.

În ceea ce privește dimensiunea se întâlnesc, de asemenea, multe topice, proprii diferitelor popoare sau regiuni de pe glob.

În limbajul nostru curent, care a intrat în literatura de specialitate se găsesc termenii de: pârâiaș, pârâu, și râu. Aceste denumiri indică o anumită mărime a organismului hidrografic, de la cel mai mic (pârâiaș), care poate fi permanent, de regulă fiind temporar, până la cel de râu care, normal trebuie să aibă scurgere permanentă, deși în cazuri excepționale și acesta seacă.

Termenul de fluviu, ce a intrat în limbajul geografilor ca râu de dimensiuni mari și care se varsă într-o mare sau ocean și care provine din cuvântul francez "fleuve" (la origine, în latină, "flumen" care înseamnă apă ce curge printr-o vale), nu a reușit să se generalizeze pe întreaga Terră.

Simplu fapt, că o arteră hidrografică se varsă într-o mare sau ocean să se numească fluviu nu este corect, deoarece este necesar să se asocieze și o anumită mărime (lungime, bazin sau debit) - exemplu fluviul Dunărea în comparație cu Nistru care ar trebui să se numească tot fluviu.

Deoarece până în prezent n-au fost stabilite niște criterii (parametri cantitativi și calitativi) pentru diferențierea unui râu de un fluviu, folosirea unuia sau altuia dintre cei doi termeni este, de cele mai multe ori, neangajantă.

Oricum, trebuie să reținem faptul că nu este nici o greșeală dacă vom întrebiunța termenul de râu pentru oricare arteră hidrografică mare ca Amazon, Mississippi, Congo, Nil, Enisei etc., dar nu este același lucru să denumim ca fluviu o arteră mică de apă numai pentru faptul că se varsă direct în mare sau ocean.

Revenind la termenul de râu, subliniem faptul că prima trăsătură a acestuia este convergența mai multor artere secundare către una principală care alcătuiesc împreună un bazin hidrografic.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Afirmaţia făcută la început că bazinele hidrografice reprezintă forma aproape generalizată de acoperire a suprafeţei Terrei, trebuie potrivită în raport cu poziţia hipsometrică a diferitelor regiuni şi cu condiţiile climatice, în cadrul cărora reţinem, în mod special, aportul precipitaţiilor şi al temperaturii aerului.

Forţa gravitaţiei şi energia de relief dată de diferenţa de nivel dintre cele mai înalte cote şi nivelul de bază (în cazul generalizat nivelul oceanului sau al mării) n-ar putea genera scurgerea lichidă fără existenţa precipitaţiilor care furnizează apa ce se pune în mişcare prin intermediul văilor.

În aceste condiţii nu pe toată suprafaţa Terrei există scurgere lichidă superficială şi, deci, nici o reţea hidrografică efectivă (activă). S-a văzut, de asemenea, că nu toate regiunile şi respectiv râurile ce le drenează au scurgere către Oceanul Planetar, sau cum s-ar mai putea spune "ieşire la mare".

Plecând de la postulatul că bazinele hidrografice sunt o consecinţă a climei, cunoscutul geograf francez Emm. de Martonne (1926) a analizat distribuţia râurilor (prezenţa sau absenţa, bogăţia sau sărăcia de apă a acestora) cu ajutorul indicelui de ariditate (K) care-i poartă numele şi în care se ia bază raportul dintre precipitaţii (P) şi temperatură (T).

$$K = \frac{P}{T+10^{\circ}C}. \qquad (3.1)$$

Pe baza acestui indice Emm de Martonne a apreciat că formarea râurilor, deci şi a scurgerii lichide la nivelul câmpiilor joase (0 - 200m), în absenţa fenomenelor carstice pentru zona temperată ar avea loc în condiţiile unor precipitaţii de cel puţin 250 mm/an; pentru zona subtropicală 500 mm/an şi pentru zonele aride (de tipul Saharei, Kalahari, Marele Deşert - Australia) 1000 mm/an.

Analizând o hartă a distribuţiei şi densităţii reţelei hidrografice, remarcăm valabilitatea celor afirmate mai sus şi anume: bogăţia râurilor în zona ecuatorială, subecuatorială şi temperată şi absenţa lor în regiunea tropicală, mai precis acolo unde indicele de ariditate este sub 5.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Dacă se analizează Nilul, care are bazinul superior în zona ecuatorială şi care apoi străbate, până la Marea Mediterană unde se varsă, zona tropicală aridă (Sahara de est), vom constata reducerea treptată a debitului, de la obârşie spre vărsare, pe când la cele mai multe râuri situaţia este inversă.

Corelând scurgerea apei cu precipitaţiile şi temperatura aerului din diferite zone geografice se poate afirma că: acolo şi atunci când precipitaţiile sunt în cantităţi mai mari decât evaporaţia (X > Z), râul are scurgere permanentă şi în mod normal are "ieşire la mare". Această situaţie hidrografică se numeşte exoreism, iar regiunea unde se întâlneşte - exoreică.

Dacă precipitaţiile sunt mai mici decât evaporaţia (X < Z) regiunea este lipsită de scurgere şi se numeşte areică, iar fenomenul areism.

O altă situaţie, considerată intermediară, în procesul scurgerii este endoreismul în care deşi există scurgerea lichidă, râurile din acea regiune nu au "ieşire la mare" iar regiuna se numeşte endoreică.

Endoreismul, în principal, este de natură climatică prin faptul că un organism hidrografic sau un ansamblu de asemenea organisme are scurgere în secţiunile superioare şi mijlocii, dar se pierde prin evaporaţie în secţiunea inferioară, când ajunge în deşert (exemplu râurile din Asia Centrală, Podişul Iran, Podişul Gobi, versantul sudic al Munţilor Atlas din nordul Africii etc.).

O regiune endoreică poate fi generată, la început, şi de factori geologici, în sensul că o depresiune de natură tectonică este izolată sub aspectul scurgerii lichide de reţeaua hidrografică exoreică.

Astfel de situaţii sunt numeroase pe Terra. În centrul unor asemenea regiuni se găseşte un lac care polarizează râurile din jur. Dar şi în aceste cazuri trebuie să facem anumite precizări.

Dacă o asemenea depresiune se găseşte într-o zonă geografică în care precipitaţiile sunt mai mari decât evaporaţia şi deci există un excedent de apă care trebuie să se scurgă, endoreismul nu poate fi decât relativ în timp sau de suprafaţă.

BCU MSU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Endoreismul în timp este acela prin care excedentul de apă furnizat de bazinul hidrografic respectiv, după o anumită perioadă de timp (an, secol, mileniu, milion sau milioane de ani) va produce o conectare, prin captare, a regiunii endoreice la regiunea vecină, exoreică.

Endoreismul de suprafaţă se manifestă prin izolarea scurgerii la suprafaţa teritoriului respectiv dar excedentul de apă se scurge pe cale subterană în reţeaua hidrografică exoreică din jur. Un astfel de exemplu, la scară mică în ţara noastră, este lacul Sfânta Ana cu depresiunea în care se găseşte, care nu are scurgere de suprafaţă iar excedentul de apă se scurge pe cale subterană.

Regiunile endoreice cele mai mari de pe suprafaţa Terrei au la origine condiţii speciale de evoluţie paleogeografică (de natură tectonică, epirogenetică) şi menţinute, în prezent, de factorii climatici (deficit de precipitaţii faţă de evaporaţie).

Un caz interesant de bazin endoreic este Volga cu Marea Caspică. Marea Caspică, în timpuri geologice nu prea îndepărtate de perioada actuală, era legată prin culoarul Kuma - Manici de Marea Neagră şi, deci, conectată la Oceanul Planetar. Prin mişcările de ridicare ale munţilor Caucaz şi aridizarea condiţiilor climatice din regiunea în care se găseşte ea şi o parte din afluenţi, nivelul mării a scăzut treptat datorită deficitului din bilanţul hidrologic iar marea ca atare a devenit un lac. Dacă s-ar produce revenirea la un climat mai umed, nivelul Mării Caspice ar creşte până s-ar uni din nou cu Marea Neagră sau prin intermediul lacului Aral cu râurile din partea sudică a Siberiei de Vest.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.2. ELEMENTE PRIVIND MORFOLOGIA ŞI MORFOMETRIA RÂULUI ŞI BAZINULUI HIDROGRAFIC

3.2.1. MODUL DE ORGANIZARE A SCURGERII LICHIDE

Procesul de şiroire reprezintă prima fază în scurgerea lichidă şi este legată de căderea precipitaţiilor pe suprafaţa terenului.

În procesul de şiroire, care este temporar nu există o reţea de canale, dar se remarcă o anumită insinuare a apei în depozitele superficiale.

Scurgerea torenţială este o fază în acest proces prin care apa este adunată în anumite forme negative de relief, dar care nu au dimensiunile unei văi. Şi în cazul scurgerii torenţiale, procesul este temporar, discontinuu, numai în timpul ploilor torenţiale sau al topirii bruşte a zăpezii.

Scurgerea permanentă reprezintă faza la care apa rezultată din ploi sau zăpezi, se scurge organizat şi tot timpul anului prin reţeaua de văi creată în decursul evoluţiei arterei hidrografice.(Fig. 3.1)

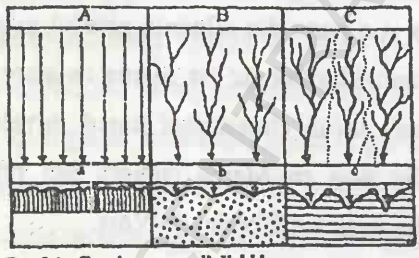


Fig. 3.1 Fazele scurgerii lichide :
A - şiroire cu formare de rigole (a);
B - torenţială cu formarea ogaşelor şi ravenelor (b);
C - permanentă cu formarea văilor (c).

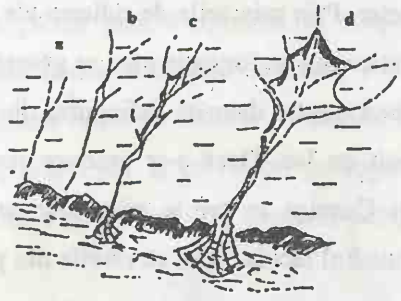


Fig. 3.2 Categoriile morfologice prin care are loc scurgerea:
a - rigolă; b - ogaş; c - ravenă; d - organism torenţial

3.2.3. CATEGORIILE MORFOLOGICE PRIN CARE ARE LOC SCURGEREA LICHIDĂ

Rigola este un şanţ mic în formă de V, realizat de apa de ploaie în procesul de şiroire (ravenare). Adâncimea acestor şanţuri atinge 20-30 cm şi maximum

BCU IAŞI ... UNIVERSITY LIBRARY

50 cm. Inițial sunt folosite urmele roților de căruță sau brazdele de la plug. Rigolele au apă numai în timpul ploilor sau la topirea bruscă a zăpezii.

Ogașul reprezintă evoluția în timp a rigolei dacă aceasta nu este oprită prin nivelare. Ogașul este un șanț sculptat în depozitele de suprafață având adâncimi între 0,5 și 2 m, lățime între 0,5 și 8 m cu lungimi de la zeci până la sute de metri.

Ravena sau viroaga poate reprezenta o viitoare vale de pârâu dacă nu este stopată în evoluție. Ravena are adâncimi diferite: 2 - 5 m, 5 - 10 m și peste 10 m, iar lungimea poate depăși 1 km, având și un bazin de colectare de 10 ha, 10 - 30 ha, 50 - 100 ha și peste 100 ha. În profil transversal pereții sunt abrupți și neacoperiți cu vegetație (Fig. 3.2)

Vâlceaua, vale de dimensiuni mici, puțin adâncă (5 - 30 m), cu versanți slab înclinați (5 - 20 °) și fixați cu vegetație, are fundul concav sau plat, și fără albie minoră bine precizată. Lungimea vâlcelei poate ajunge până la 10-15 km iar lățimea este de zeci și sute de m.

Valea constituie faza cea mai avansată a formelor negative prin care are loc scurgerea lichidă. La origine, valea înseamnă un loc jos, o depresiune alungită pe zeci, sute și mii de km. Delimitarea, uneori, este greu de făcut între vâlcea și vale.

Elementele unei văi sunt: albia minoră, în care intră talvegul, albia majoră sau lunca, terasele fluviatile și versantul care ajunge la cumpăna de ape (Fig. 3.3)

3.2.3. CATEGORIILE HIDROGRAFICE PRIN CARE ARE LOC SCURGEREA LICHIDĂ

În funcție de modul de producere a scurgerii și mărimea formei de relief deosebim: torenți, pâraie, râuri, fluvii .

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

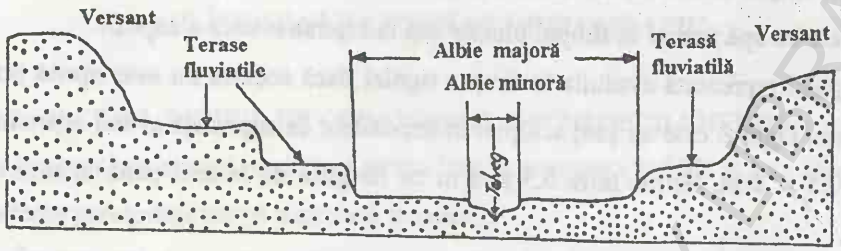


Fig. 3.3 Elemcntelc unci văi

Torentul include din punct de vedere morfologic rigola, ogaşul şi ravena, şi care au scurgere numai în timpul ploilor şi al topirii zăpezilor. Scurgerea se caracterizează prin viituri puternice şi de scurtă durată fiind caracteristice pentru regiunile de deal şi de munte. Torentul are pantă foarte mare în profil longitudinal şi o putere mare de eroziune şi transport. De la termenul de torent a derivat şi noţiunea de scurgere torenţială care este tumultoasă şi de scurtă durată. Momentul de torenţialitate se poate întâlni şi pe un pârâu sau pe un râu în timpul viiturilor. Dar în acelaşi timp scurgerea torenţială înseamnă şi o scurgere temporară.

Elementele morfologice ale unui torent (organism torenţial) sunt: bazin de recepţie (colectare) (1), canal de scurgere (2), con de dejecţie (3). (Fig. 3.4.)

Pârâul este o categorie hidrografică mai mică ce are scurgere fie permanentă, fie temporară, aceasta depinzând de poziţia geografică în care cantitatea de precipitaţii este mai mare sau mai mică decât evapotranspiraţia. De regulă sunt stabilite şi nişte elemente dimensionale: până la 50 km lungime, 300 km^2 suprafaţa bazinului şi 1 m^3/s debit mediu multianual. Aceste limite sunt arbitrare.

Râul este artera hidrografică ce curge printr-o albie naturală bine conturată morfologic, scurgerea lichidă fiind, de regulă, permanentă, datorită faptului că în el converg mai multe pârae care vin din arii cu surse de alimentare diferite. De asemenea, permanenţa scurgerii lichide pe râu este dată şi de componenta alimentării subterane pe lângă cea superficială (de suprafaţă).

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1 - bazin de recepţie; 2 - canal de scurgere;
3 - con de dejecţie (agestru)

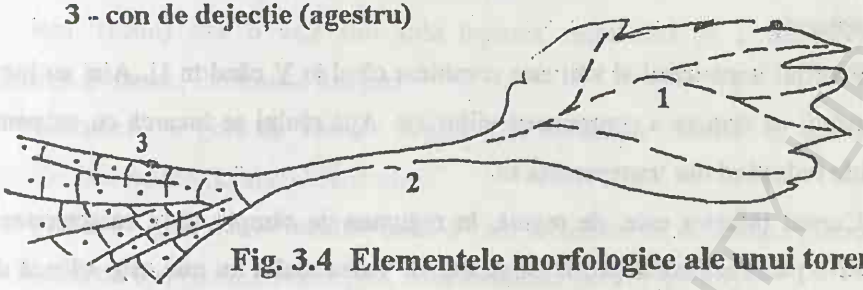


Fig. 3.4 Elementele morfologice ale unui torent

În linii generale râul, ca de altfel şi pârâul, are din amunte spre avale următoarele segmente: izvor, cursul râului, vărsarea sau confluenţa cu alt râu (arteră hidrografică).

Izvorul râului sau obârşia acestuia este considerat locul în care artera hidrografică capătă un contur morfologic şi are o scurgere cel puţin temporară (nu torenţială) dacă nu permanentă. În unele situaţii speciale izvorul poate fi dintr-un gheţar, zăpadă permanentă, lac, mlaştină, la baza unei alunecări. În multe cazuri izvorul unui râu mare (important) poate fi considerat confluenţa a doi afluenţi secundari.

Cursul râului reprezintă traseul parcurs de apă între izvor şi vărsare (confluenţă). În mod obişnuit cursul râului se împarte în trei sectoare - superior, mijlociu, şi inferior în funcţie de trăsăturile morfologice, fizico-geografice şi hidrologice.

Cursul superior de la izvor până la ieşirea din zona muntoasă (nu totdeauna) se caracterizează printr-o pantă mare a profilului longitudinal a albiei minore, fără luncă şi terase în profil transversal, viteză mare de scurgere a apei şi o alimentare redusă subterană, dar bogată din precipitaţii (lichide şi solide).

Cursul mijlociu este situat, în mod obişnuit, în regiunea de dealuri şi podişuri care mărgineşte zona de munte, panta în profil longitudinal scade, viteza de curgere, de asemenea scade, primeşte afluenţi mari şi ca atare debitul

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

creşte. Are albia majoră pe lângă cea minoră, în care se găsesc depozite aluviale cu acumulări de ape freatice şi terase. Albia minoră prezintă ramificaţii (despletiri).

Profilul transversal al văii este combinat când în V când în U. Aici au loc şi inundaţii ca urmare a compunerii viiturilor. Apa râului se încarcă cu suspensii solide reducând din transparenţa sa.

Cursul inferior este, de regulă, în regiunea de câmpie şi se caracterizează printr-o pantă redusă în profil longitudinal. Valea râului nu mai este adâncă dar se lărgeşte prin luncă (albia majoră) care are lăţimi mari, terasele fluviatile sunt simetrice sau asimetrice. Albia minără, datorită pantei reduse, meandrează, lăsând lateral bucle abandonate şi transformate în lacuri de meandru. În lunca inundabilă se formează lacuri întinse şi puţin adânci. Între apa din râu şi orizontul freatic de luncă există o relaţie strânsă cu influenţe reciproce în funcţie de faza de regim hidrologic.

Delimitarea acestor sectoare este relativă şi se face de la un râu la altul în funcţie de situaţia geomorfologică şi de interesul didactic şi practic.

Vărsarea râului (gura de vărsare) este locul cel mai bine definit în comparaţie cu izvorul. În cazul râurilor mici, vărsarea reprezintă confluenţa cu râurile de ordin supeior. Dar tot atât de frecventă este şi vărsarea într-un lac, mare sau ocean.

Sunt şi abateri de la această situaţie, când râul se pierde într-o regiune aridă datorită evapotranspiraţiei şi infiltraţiei volumului de apă (râurile de pe versantul sudic al munţilor Atlas - Africa, din Asia Centrală, Podişul Gobi, Tibet, cum ar fi: Murgab, Zerevşan, Tedjen).

Gurile de vărsare ale râurilor într-un lac, mare sau ocean, pot fi simple, prin limane, estuare, delte, fiorduri, în funcţie de existenţa sau absenţa mareelor.

Estuarul este gura de vărsare sub formă de pâlnie a unui râu într-o mare (ocean) cu amplitudine mare a mareelor (flux şi reflux). Sunt şi alte forme pe care le îmbracă estuarele. Cele mai mari estuare sunt Rio de la Plata (200 km),

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Sfântul Laurenţiu (500 km), Amazon (1500 km). Mai menţionăm estuarul Senei, Elbei, Girondei, Tamisei.

Ria (riasul) este o vale fluviatilă îngustă, ramificată pe ţărmurile înalte (Marea Britanie, Peninsula Iberică).

Limanul - o gură de vărsare lărgită prin abraziune marină, se găseşte în mările fără maree (Limanul Nistrului).

Fiordul - golf marin rezultat dintr-o vale modelată de eroziunea glaciară şi invadată da apă (ţărmul Norvegiei, Noii Zeelande etc.) (Fig. 3.5)

Delta este zona de acumulare a materialului aluvionar adus de râu şi depus sub forma unor câmpii aluviale în formare. Deltele, de regulă, se formează la ţărmurile marine, lacustre, în golfuri, lipsite de maree şi cu self continental (adâncime mică).

Deltele lacustre . La înclinări mari ale pantei fundului lacului, delta are aspectul unui con de dejecţie şi este submersă. Când panta este mai mică delta se extinde şi devine emersă (exemplu de deltă lacustră: Volga în M. Caspică, Selenga în lacul Baikal).

Deltele marine sunt cele mai reprezentative şi importante zone umede cu o mare biodiversitate.

În formarea deltelor se impun câteva condiţii şi anume: aluviuni transportate de râu, lipsa mareelor (sau cu amplitudine foarte mică), existenţa curenţilor litorali, existenţa unei platforme continentale (self).

Tipuri de delte după formă . *Triunghiulare*, rezultă din activitatea unei singure artere, are frontul deltaic mult mai înaintat în mare (ex. Tibru, Saõ Francisco). *Sagitate* cu vârful înaintat în mare (Ebro - Spania). *Rotunjite* (arcuite) cu frontul deltaic convex şi cordoane litorale (Niger, Yukon, Lena). *Digitate* (labă de pasăre) cu un curs principal ce creează grinduri laterale care închid lagune, la care se adaugă şi activitatea braţelor, secundare (Mississippi).

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

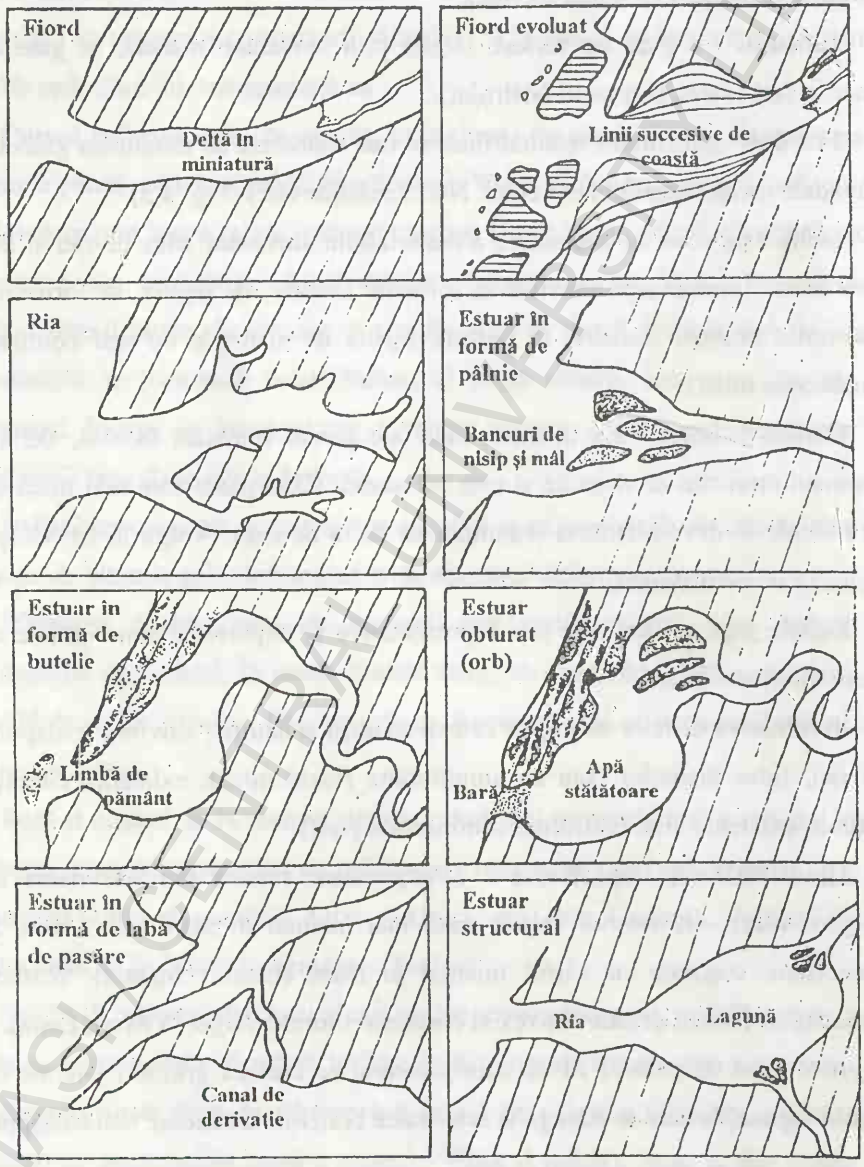


Fig. 3.5 Tipuri de estuare (după Fairbridge, R. W., 1983)

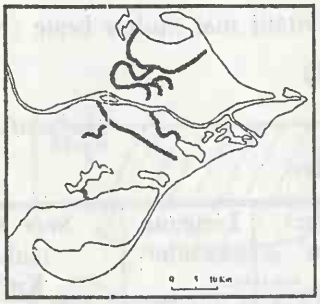
BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Lobate (barată) tipul clasic în forma literei greceşti Δ, care are o evoluţie uniformă a frontului deltaic, fiind rezultatul activităţii mai multor braţe (Nil, Dunăre, Volga, Rhone, Po) (Fig. 3.6, 3.7; Tab. 3.1)

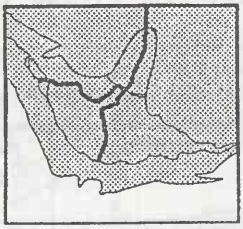
Tabelul 3.1

30 delte mai semnificative

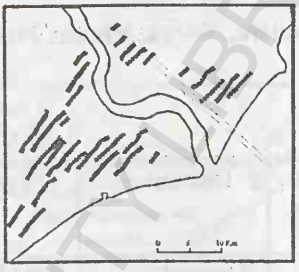
Nr. crt.	Denumirea	Ţara - continentul	Supr. km^2	Lungime a râului	Supr. baz. râului Km^2
1.	Amazon	Brazilia - Am. de Sud	100.000	7.025	7.180.000
2.	Gange + Brahmaputra	India - Bangladesh - Asia	100.000	2.700	2.055.000
3.	Iantzî	China - Asia	80.000	6.300	1.808.500
4.	Mekong	Vietnam - Asia	70.000	4.500	810.000
5.	Mississippi	SUA - Am. de Nord	32.000	6.218	3.210.620
6.	Lena	Feder. Rusă - Asia	30.000	4.400	2.425.000
7.	Irrawaddy	Birmania - Asia	30.000	2.150	430.000
8.	Niger	Niger - Africa	24.000	4.160	2.092.000
9.	Nil	Egipt - Africa	22.000	6.671	2.870.000
10.	Orinoco	Venezuela - Am. de Sud	20.000	2.730	1.086.000
11.	Shatt-al-Arab	Irak - Asia	18.000	3.260	1.000.000
12.	Hongha	Vietnam - Asia	15.000	1.183	158.000
13.	Mahanadi	India - Asia	15.000	900	130.000
14.	Volga	Feder. Rusă - Europa	13.000	3.530	1.360.000
15.	Mackenzie	Canada - Am. de Nord	12.000	4.250	1.804.000
16.	Yukon	SUA - Am. de Nord	10.000	3.700	855.000
17.	Indus	Pakistan - Asia	8.000	3.180	980.000
18.	Kura şi Arax	Azerbaidjan - Europa	8.000	1.364	188.000
19.	Zambezi	Mozambic - Africa	8.000	2.600	1.330.000
20.	Indighirka	Feder. Rusă - Asia	5.500	1.726	360.000
21.	Kuban	Feder. Rusă - Europa	4.300	870	57.900
22.	Dunărea	România - Ukraina Europa	4.150	2.860	805.300
23.	Terek	Feder. Rusă - Europa	4.000	405	17.170
24.	Godavari	India - Asia	2.000	1.450	290.000
25.	Magdalena	Columbia - Am. de Sud	1.600	1.550	240.000
26.	Vistula	Polonia - Europa	1.500	1.068	198.000
27.	Po	Italia - Europa	1.500	652	74.970
28.	Dvina de Nord	Feder. Rusă - Europa	1.230	744	357.000
29.	Rhone	Franţa - Europa	1.000	812	98.000
30.	Ebro	Spania - Europa	250	928	86.800



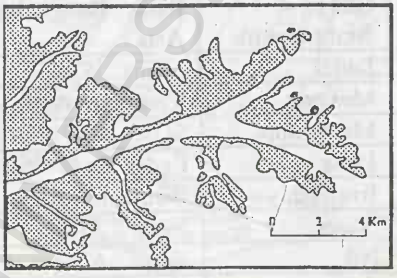
Delta Ebru - tip sagitat



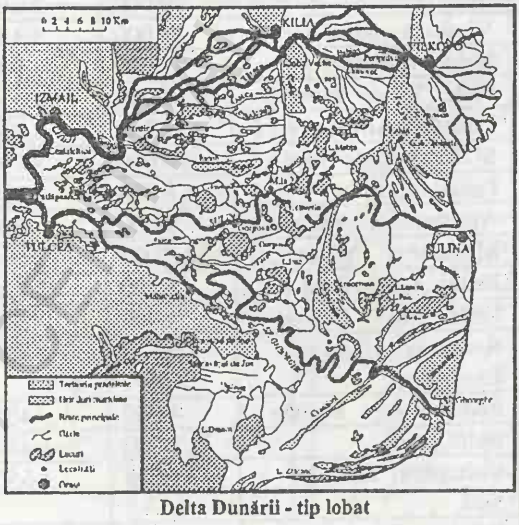
Delta Nigerului - tip rotunjit



Delta Sao-Francisco - tip triunghiular



Delta Mississippi - tip digitat



Delta Dunării - tip lobat

Fig. 3.6 Tipuri de delte

BCU IASI / UNIVERSITY LIBRARY

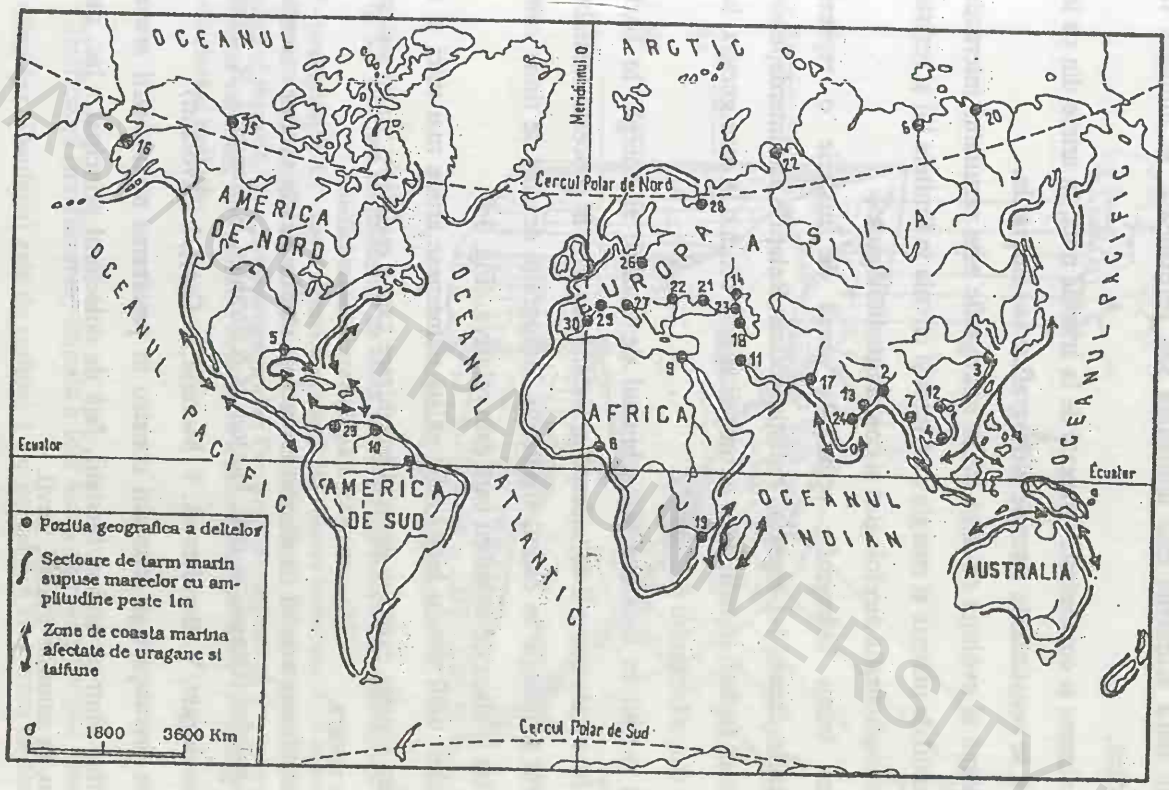


Fig. 3.7 Poziția geografică a deltelor pe glob

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.2.4. REŢEAUA HIDROGRAFICĂ

Ansamblul arterelor, privite sub aspect morfologic, prin care se produce scurgerea lichidă organizată, începând cu ogaşele şi încheind cu văile mari, indiferent dacă scurgerea este temporară sau permanentă, se numeşte reţea hidrografică.

Organizarea şi concentrarea treptată de la arterele mici, în artere din ce în ce mai mari, se constituie în sisteme hidrografice sau fluviatile.

Formarea şi evoluţia oricărui bazin hidrografic este rezultatul interacţiunii dintre fluxul de materie şi energie care intră şi circulă în limitele lui şi rezistenţa opusă de configuraţia morfologică şi constituţia litologică.

Într-un bazin hidrografic principala sursă de materie o reprezintă precipitaţiile căzute iar energia, radiaţia solară. Relaţiile de interdependenţă dintre aceşti factori, repartiţia lor în timp şi spaţiu, conduc la configuraţia, la un moment dat, a bazinului hidrografic.

După modul în care are loc schimbul de materie şi energie în bazinul hidrografic acesta poate fi considerat un sistem deschis. În procesul schimbului de materie şi energie în cadrul sistemului hidrografic deschis se tinde către o autoreglare şi stare de echiibru care este relativă. (Fig. 3.8)

În cadrul unui sistem hidrografic există numeroase artere mai mici şi mai mari. Între acestea există o anumită ierarhizare care a realizat-o însăşi sistemul, respectiv natura.

Descifrarea acestei ierarhizări naturale a stat în atenţia multor cercetători străini şi români (Gravelius, R.E. Horton, N.A.Strahler, B. Panov, L.R. Shreve, E.A. Scheidegger, V. Bondarciuk, T. Morariu, P. Coteţ, I. Zăvoianu).

Aceste preocupări şi concluzii constau în precizarea numerotării arterelor hidrografice dintr-un sistem fluviatil, faţă de colectorul principal - lac, mare, ocean sau, în anumite situaţii, fluvii.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

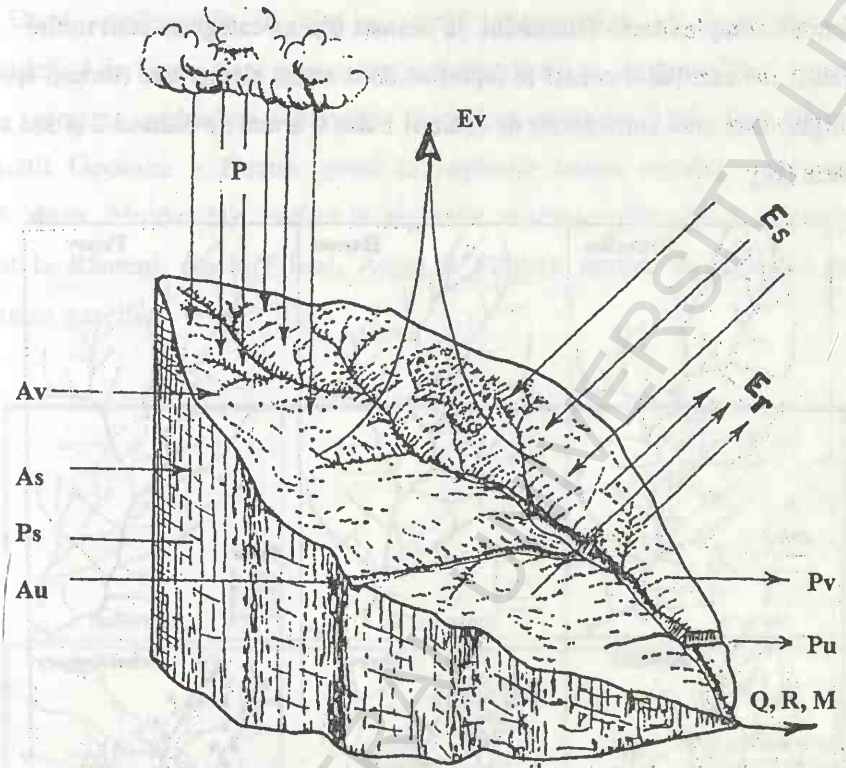


Fig. 3.8 Schema schimburilor de masă şi energie ale unui bazin hidrografic cu mediul înconjurător (după I. Zăvoianu, 1978)
P - precipitaţii; Av - aport datorită vântului; As - aport subteran; Au - aport ca urmare a intervenţiei omului; Es - radiaţia solară; Q, R, M - scurgerea lichidă, solidă şi chimică; Ev - Evapotranspiraţia; Ps - pierderi subterane; Pv - pierderi datorită vântului; Pu - pierderi ca urmare a intervenţiei omului; Er - energia reflectată şi radiată.

Clasificarea (ierarhizarea) iniţială a fost aceea că râul principal care se varsă în mare (ex. Dunărea) este de ordinul 1 iar pe măsură ce intrăm în bazin creşte numărul ordinului (Argeş, afluent al Dunării ordinul 2, Râul Târgului, afluent al Argeşului ordinul 3 şi aşa în continuare până la ogaş care poate fi de ordinul 4,5,6,7, ..., n). Această ordonare a aparţinut lui Gravelius.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Celelalte clasificări, Horton, Strahler, Zăvoianu iau în considerare în primul rând arterele mici unde se înfiripă scurgerea şi acelea se notează cu 1 ajungând ca principalul colector, care se varsă în mare, să fie de ordinul 5, 6, 7 , 8, ..., n în funcţie complexitatea sistemului. În această ultimă categorie sunt multe variante, dar esenţialul constă în faptul că două artere elementare (torenţi spre exemplu) care sunt considerate de ordinul 1 dau o arteră de ordinul 2 şi aşa mai departe (Fig. 3.9)

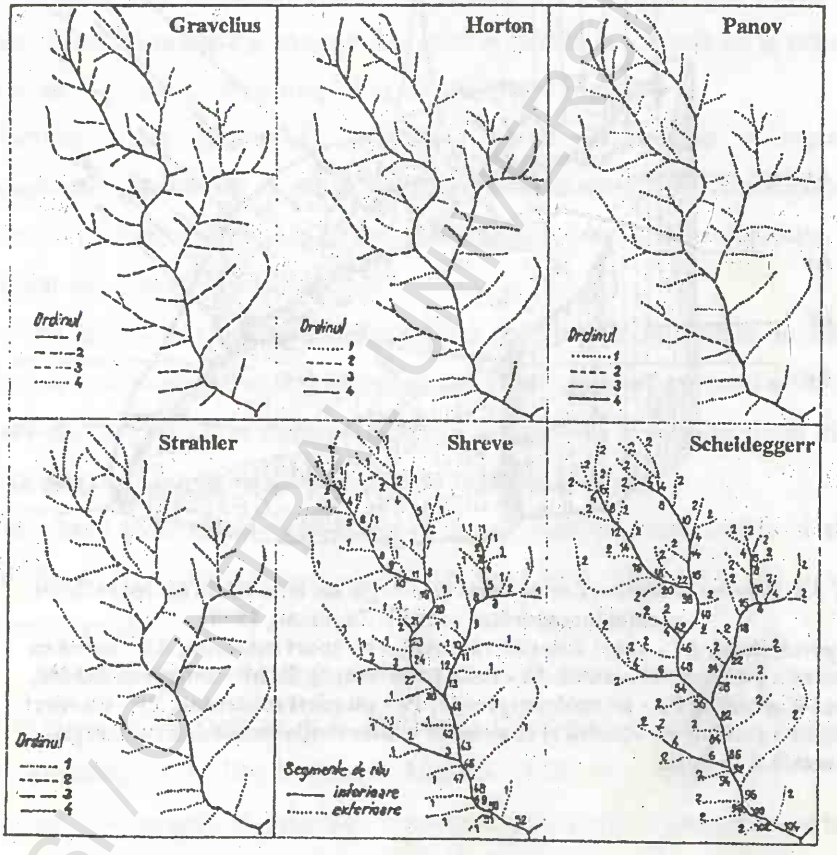


Fig. 3.9 Diferite scheme de clasificare a reţelei hidrografice

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.2.5. CLASIFICAREA REŢELEI HIDROGRAFICE DUPĂ FORMĂ

Forma reţelei hidrografice este determinată în principal de tectonică, litologie şi configuraţia geomorfologică a regiunii drenate.

După configuraţia în plan a reţelei hidrografice se deosebesc: reţea *dendritică* de forma unui arbore (majoritatea râurilor); *rectangulară* - ce rezultă din asocierea unghiulară a ramurilor (în regiuni cristaline Râul Mare, Bistra din Munţii Godeanu - Tarcu); *gratii* în regiunile cutate regulat - gen obcine (Moldova, Moldoviţa); *radiară* în regiunile vulcanice (Harghita); *convergentă* (Olt la Râureni, Jiu la Filiaşi, Argeş la Piteşti); *inelară* în regiunile cutate, domuri gazeifere. (Fig. 3.10.)

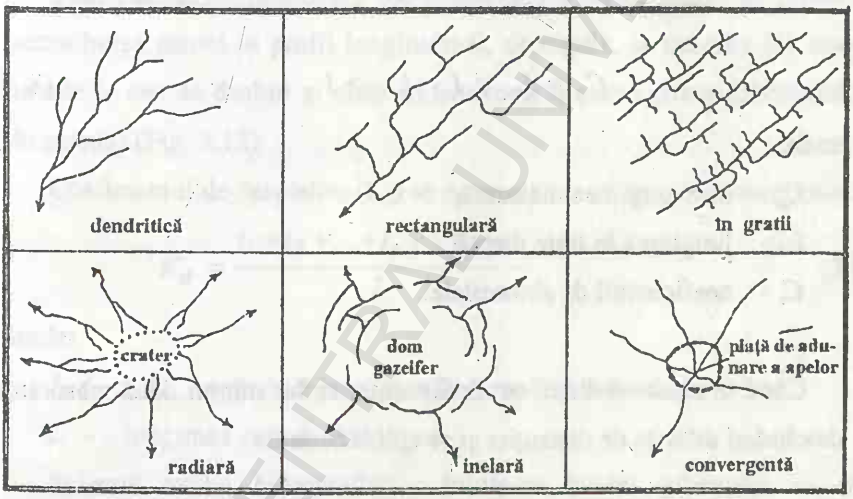


Fig. 3.10 Tipuri de reţea hidrografică

3.2.6. ELEMENTE LEGATE DE REŢEAUA HIDROGRAFICĂ (CURSUL RÂULUI)

Lungimea râului este distanţa dintre izvor şi vărsare. De regulă măsurarea lungimii se face de la izvor spre vărsare, iar bornarea kilometrică de la vărsare spre izvor (exemplul Dunării).

În mod obişnuit măsurarea se face pe hartă, care reprezintă proiecţia talvegului, dar în regiunile accidentate (pante 200, 400 ‰) se poate aplica formula :

$$L_r = L_c / \cos\alpha \qquad (3.2)$$

unde

L_r - este lungimea reală

L_c - lungimea de pe hartă

Coeficientul de sinuozitate este raportul dintre lungimea reală a râului (sau a unui segment) măsurată cu distanţierul sau curbimetrul şi lungimea dreptei care uneşte extremităţile luate în considerare:

$$C_s = L_m / L_d ; C_s > 1 \qquad (3.3)$$

unde:

L_m - este lungimea măsurată;

L_d - lungimea în linie dreptă;

C_s - coeficientul de sinuozitate.

Când se măsoară direct cu un distanţier se fac minim două măsurători cu deschideri diferite de distanţier şi se aplică formula

$$l = \left[l_1 + (l_1 - l_2) \frac{\sqrt{d_1}}{\sqrt{d_2 - d_1}} \right] N \qquad (3.4)$$

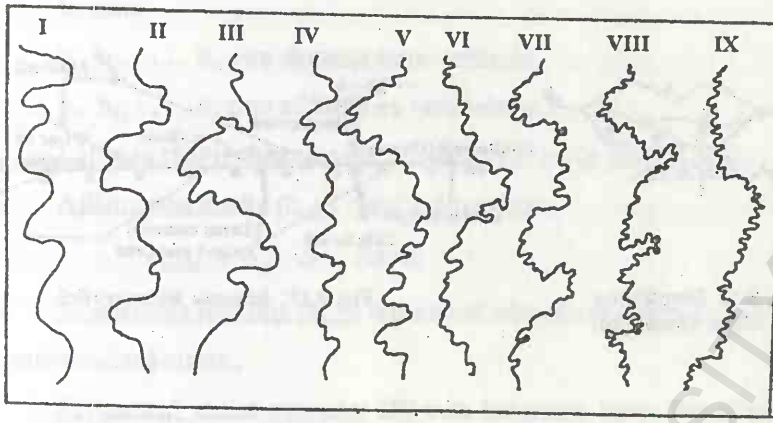
unde:

l_1, l_2 sunt lungimile rezultate la diferite măsurători;

d_1, d_2 - distanţele pe distanţier (compas);

N - scara hărţii (Fig. 3.11)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



Tipul	Coeficient de sinuozitate
I	1,00
II	1,01
III	1,02
IV	1,03
V	1,04
VI	1,07
VII	1,11
VIII	1,21
IX	1,25

Fig. 3.11 Tipuri de sinuozitate ale reţelei hidrografice (după I. Pişota, 1983)

Coeficientul de ramificare (de despletire) a albiei râului se produce la schimbarea pantei în profil longitudinal, de regulă, la trecerea din zona de munte la cea de dealuri şi chiar în interiorul acesteia (zona subcarpatică în România) (Fig. 3.12)

Coeficientul de despletire (K_d) se determină conform următoarei relaţii:

$$K_d = \frac{l_1 + l_2 + \ldots + l_{n-1} + l_n + L}{L} \qquad (3.5)$$

unde:

$l_1, l_2, \ldots l_n$ reprezintă lungimea fiecărui braţ secundar;

L - lungimea cursului principal

Schema reţelei hidrografice . Printr-un model schematic se poate reprezenta poziţia fiecărei artere hidrografice în cadrul unui bazin hidrografic. Un astfel de model prezintă cursul principal, afluenţii imediat inferiori ierarhizaţi potrivit schemei Gravelius sau Horton, Strahler. Pe schemă reprezentarea se face la o scară aleasă de autor, numerotarea cursului se face de la confluenţă către izvor, iar unghiul de inserţie al afluenţilor să fie de 45°. Tot pe schemă se pot trece diferite elemente planimetrice (localităţi, drumuri, căi ferate), construcţii hidrotehnice (canale, derivaţii, lacuri de acumulare) (Fig. 3.13.)

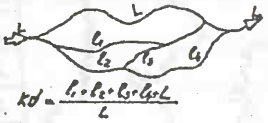


Fig. 3.12 Despletirea albiei râului (kd)

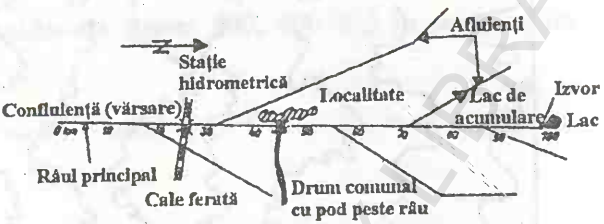


Fig. 3.13 Schema hidrografică

3.2.7. CARACTERSTICILE MORFOMETRICE ALE ALBIEI MINORE

Aceste caracteristici se pot determina folosind profilul transversal al albiei minore.

Secțiunea totală se referă la suprafața cuprinsă între nivelul apei și conturul fundului albiei muiat, care include secțiunea activă, secțiunea inactivă, secțiunea năboiului, a podului de gheață, a zăpezii de deasupra gheții și a spațiului liber dintre podul de gheață și a apei de sub aceasta. (Fig. 3.14a și 3.14b).

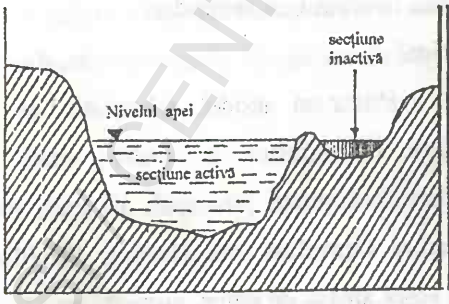


Fig. 3.14a Suprafața secțiunii transversale a unei albii libere

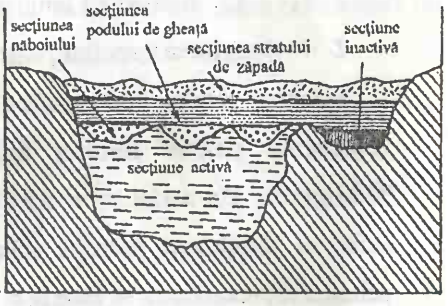


Fig. 3.14b Suprafața secțiunii transversale a unei albii acoperită cu fenomene de iarnă

Secțiunea activă (S_a) se determină pe baza profilului conform relației:

$$S_a = \frac{h_1}{2}b_1 + \frac{h_1 + h_2}{2}b_2 + \ldots + \frac{h_{n-1} + h_n}{2}b_{n-1} + \frac{h_n}{2}b_n \ \left(m^2\right) \cdot (3.6)$$

în care:

$b_1, b_2, \ldots, b_n$ este distanţa între verticale;

$h_1, h_2, \ldots, h_n$ este adâncimea verticalelor.

Lăţimea râului (B) reprezintă distanţa (în m) la nivelul apei.

Adâncimea medie (h_{med}) rezultă din relaţia:

$$h_{med} = S_a / B \quad \text{(în m)} \qquad (3.7)$$

Adâncimea maximă (h_{max}) reprezintă adâncimea cea mai mare din profilul transversal măsurată..

Perimetrul muiat sau udat (P) este lungimea liniei fundului albiei (fără nivelul liber al apei) şi rezultă analititic din relaţia:

$$P = \sqrt{b_1^2 + h_1^2} + \sqrt{b_2^2 + (h_2 - h_1)^2} + \ldots + \sqrt{b_n^2 + h_n^2} \quad (m) \qquad (3.8)$$

care reprezintă suma ipotenuzelor triunghiurilor a căror catete sunt diferenţele de adâncime dintre verticale şi distanţa dintre acestea.

Perimetrul muiat se mai poate determina prin măsurarea cu distanţierul sau curbimetrul pe profilul transversal.

Raza hidraulică (R) rezultă din raportul dintre secţiunea activă (S_a) şi perimetrul muiat.

$$R = S_a / P \qquad (3.9)$$

Rugozitatea (ρ) se referă la neregularităţile (asperităţile) albiei (perimetrul muiat) date de aluviunile de pe fund, configuraţia malurilor (litologie, vegetaţie, etc.). Cu cât lăţimea şi adâncimea albiei sunt mai mari, cu atât influenţa rugozităţii este mai mică.

Forma în plan a albiei minore . Aşa cum s-a menţionat la analiza cursului râului, acesta are diferite forme ale albiei în funcţie de unităţile mari de relief (munte, deal, podiş, câmpie), de litologie (roci eruptive, sedimentare), de structură (cutată, tabulară).

Configuraţia în plan a albiei râului poate fi despletită (ramificată), încătuşată (defilee, chei), sinuoasă (meandrată).

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Meandrele sunt sinuozitățile albiei minore determinate de panta profilului longitudinal, de constituția litologică și structura acestora.

Meandrele sunt de mai multe tipuri: divagante sau rătăcitoare (la albii puțin adânci cu material aluvionar) caracteristice pentru râurile de la zona de contact deal - câmpie; încătușate caracteristice râurilor ce traversează podișuri cu structuri geologice orizontale; simple cu o buclă; complexe cu mai multe bucle incluse într-o buclă majoră; abandonate sau părăsite numite la noi, în România, belciug. (Fig. 3.15.)

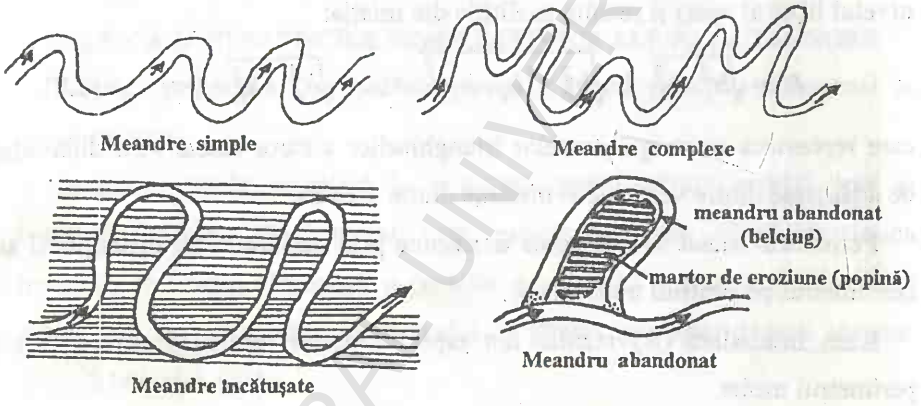


Fig. 3.15 Tipuri de meandre

Talvegul este linia, în profil longitudinal, care unește punctele cu adâncimea maximă. De regulă nu are o poziție mediană în albia râului (Fig. 3.16).

Vadul este locul (segmentul) din albia minoră, în care adâncimile sunt mici și se poate trece cu piciorul sau cu mijloace de transport (căruțe, autoturisme) (Fig. 3.17.)

Izobata este linia (curba) care unește punctele cu aceiași adâncime.

Ostrovul (banc, insulă) reprezintă acumulările din albia minoră constituită din pietrișuri, nisipuri și care rezultă din micșorarea pantei și despletirea albiei.

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Popina este o insulă în albia minoră şi majoră care rezultă prin activitatea de eroziune laterală a râului numită martor de eroziune .

Zăton porţiune din albia minoră, inactivă, separată parţial de un grind.

Reine (scruntar) partea convexă a albiei minore unde se depune materialul aluvionar (nisip, pietriş).

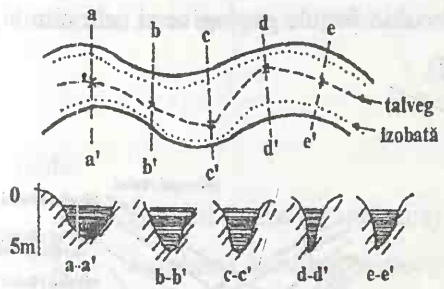


Fig. 3.16 Elementele morfometrice ale albiei râului

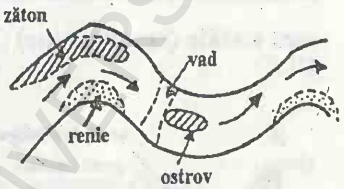


Fig. 3.17 Elemente morfohidrografice în albia minoră a râului

3.2.8. CARACTERISTICI ALE RÂULUI ÎN PROFIL LONGITUDINAL

Râul în drumul său de la izvor la vărsare, în special râurile mari, traversează unităţi de relief variate (munte, deal, podiş, câmpie) cu diferenţieri ale structurilor (geologice, tectonice), ale condiţiilor climatice etc.

Elementele morfometrice ale albiei variază în acest traseu izvor - vărsare.

Profilul longitudinal al râului este reprezentarea în plan a liniei talvegului, oglinzii apei (la diferite niveluri), malurilor etc. Profilul longitudinal evoluează în decursul timpului în funcţie de componentele de

BCU ŞTIINŢE CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

bază (fluxul de materie şi energie), de modificările majore geologice (ridicări orogenetice, mişcări epirogenetice pozitive în cursul superior, coborâri sau ridicări ale nivelului de bază respectiv zona de vărsare sau confluenţă).

În evoluţia sa râul tinde către *profilul de echilibru* care reprezintă o fază de compensare a procesului de eroziune cu cel de acumulare. Teoretic, în faza profilului de echilibru râul pe sectorul considerat, sau pe întregul profil longitudinal, nici nu erodează şi nici nu acumulează. Această stare este atinsă de râu într-o fază de maturitate când forţele geologice şi cele climatice sunt stabile (neschimbate) (Fig. 3.18).

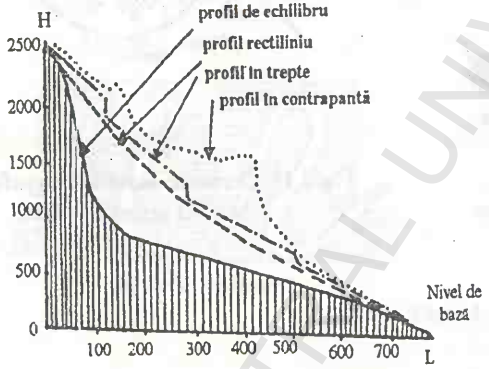


Fig. 3.18 Tipuri de profile longitudinale ale albiei râului

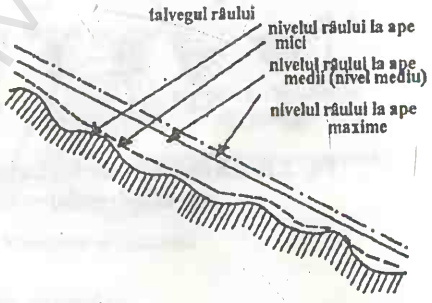


Fig. 3.19a Nivelul apei râului la diferite faze ale regimului hidrologic în profil longitudinal

În desfăşurarea profilului longitudinal se întâlnesc cascade, praguri, repezişuri.

Cascada se pune în evidenţă printr-o ruptură (cădere) a pantei (pe verticală) determinată de traversarea albiei de o falie, de o prăbuşire a unui pachet de roci (cascada Bâlea, cascada Caprei în ţara noastră, şi pe fluviul Sf. Laurenţiu, mai exact între lacurile Erie şi Ontario cascada Niagara -

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

49 m, Iguaçu - Victoria 72 m, Victoria - Zambezi 122 m, Angel - Venezuela/ Guiana 979 m).

Pragul este o ruptură mai mică a pantei profilului dată de diferenţieri litologice ale albiei.

Repezişul reprezintă o porţiune din profilul longitudinal în care panta este mare iar pragurile (rupturile) sunt foarte mici.

Panta profilului longitudinal (I) care poate fi a talvegului, malurilor, nivelului mediu, minim şi maxim al apei se detemină pentru lungimea întregului curs sau pentru anumite sectoare şi se calculează cu relaţia:

$$I = \frac{H_1 - H_2}{L} \qquad (3.10)$$

unde:

H_1 şi H_2 sunt cotele (altitudinile) punctelor extreme (în m);

L - lungimea cursului, respectiv a segmentului (în km)

Panta se exprimă în % sau m/km (Fig. 3.19 a, b).

Profilurile longitudinale pot fi : concave, convexe, în trepte etc..

3.2.9. BAZINUL HIDROGRAFIC

Suprafaţa de pe care îşi adună apele o arteră hidrografică, indiferent de ordinul de mărime, reprezintă bazinul hidrografic de recepţie, de colectare şi drenaj.

Limita bazinului hidrografic este reprezentată printr-o linie convenţională care separă apa căzută din ploi în două părţi (către două bazine hidrografice). Practic linia (limita dintre bazine) se determină prin unirea punctelor cu cea mai mare alitutdine dintre bazinele respective. Această linie (limită) se numeşte cumpănă de ape (cumpăna apelor).

Cumpăna apelor se trasează pe hărţile topografice în funcţie de configuraţia curbelor de nivel şi de cotele de altitudine consemnate. În

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

regiunile muntoase trasarea cumpenei de ape se face cu uşurinţă. Nu acelaşi lucru este în regiunile plane (podiş, câmpie).

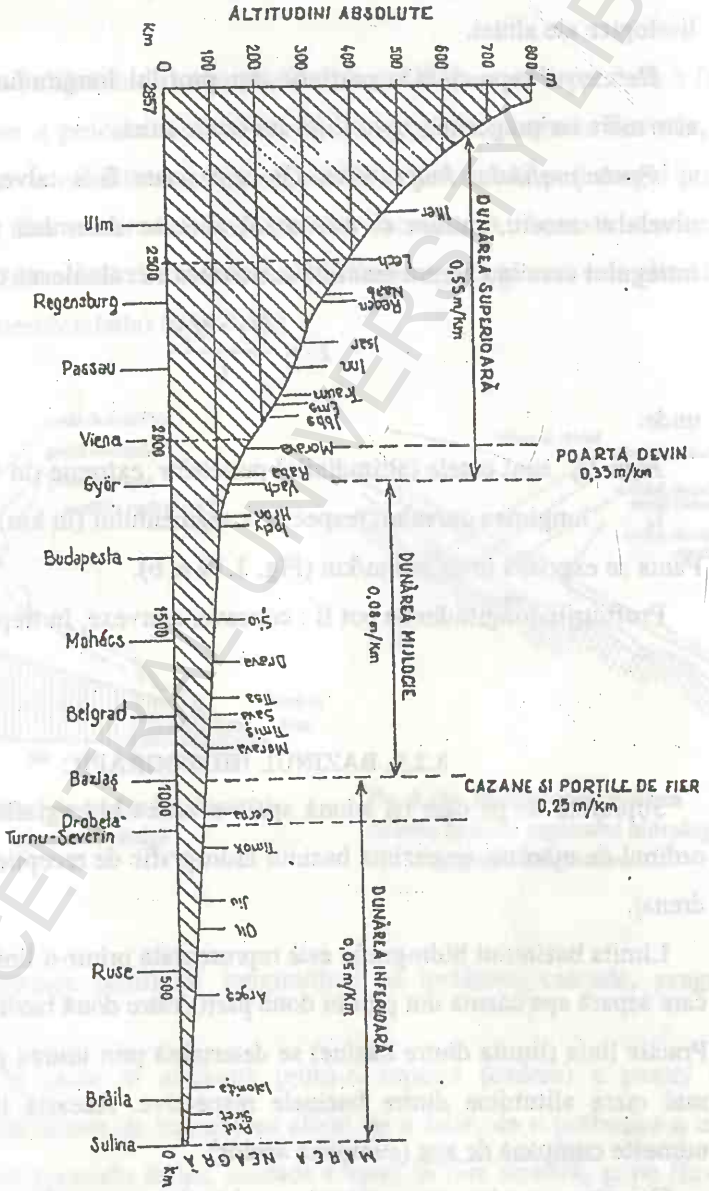


Fig. 3.19b Profilul longitudinal al Dunării

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În afară de cumpăna de ape de suprafață mai există și o cumpănă de ape subterane , care de regulă nu coincide cu prima, iar trasarea ei se face pe bază de foraje hidrogeologice.

Panta și configurația cumpenei de apă de suprafață se modifică datorită proceselor de modelare (eroziune, alunecare) sau datorită unor cauze geologice.

3.2.9.1. FORMA BAZINULUI HIDROGRAFIC

Este în funcție de condițiile morfotectonice ale regiunii pe care o străbate.

Bazinele hidrografice au o dezvoltare în *cursul superior* (Jiu), în *cursul mijlociu* (Trotuș, Crișul Negru, Someș) sau în *cursul inferior* (Argeș). Mai pot fi *strangulate la mijloc* (Olt datorită trecerii prin defileu), *simetrice* sau *asimetrice* (Siret). Se poate apela și la formele - alungite, ovală, evantai, rotundă care reprezintă o apreciere calitativă (Fig. 3.20.).

Forma bazinului are o mare importanță în desfășurarea unor fenomene hidrologice cum sunt viiturile.

Astfel, într-un bazin rotund acestea se transmit mult mai repede decât în cel alungit.

Forma bazinului se apreciază și cantitativ. În acest sens există mai multe relații matematice care au fost stabilite de cercetătorii în domeniul morfometriei bazinului hidrografic (I. Zăvoianu, 1978).

R.E. Horton a elaborat în 1932, factorul de formă (R_f) exprimat prin relația:

$$R_f = \frac{A_u}{L_b^2} \quad . \qquad (3.11)$$

unde:

A_u este suprafața bazinului

L_b^2 - pătratul lungimii maxime a acestuia.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

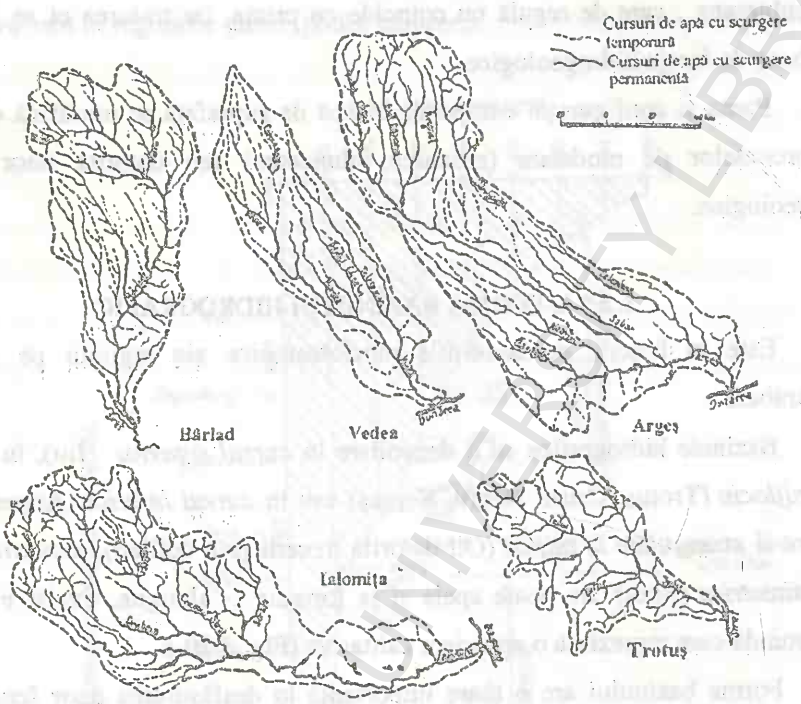


Fig. 3.20 Tipuri de bazine hidrografice după formă

Mai târziu, în 1953, V.C. Miller a formulat raportul de circularitate (R_c):

$$R_c = \frac{A_u}{A_c} \tag{3.12}$$

unde:

A_c este suprafața cercului de aceeași lungime cu perimetrul bazinului.

Valoarea acestui raport tinde către valoarea 1.

S.A. Schumm, în 1956, a apreciat forma bazinului printr-un raport de alungire (R_e) care este raportul dintre diametrul cercului cu suprafața bazinului (D_c) și lungimea maximă a bazinului (L_b) măsurată paralel cu axa râului principal:

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$R_e = \frac{D_c}{L_b} \qquad (3.13)$$

Raportul de alungire are valori între 0,64 și 1,27 la bazinele alungite și peste 1,27 la cele rotunjite.

Pentru caracterizarea formei bazinului se mai calculează și coeficientul (indicele) de dezvoltare a cumpenei de ape prin relația:

$$C = \frac{L}{l} \qquad (3.14)$$

unde:

L este lungimea cumpenei de ape în km

l - lungimea unui cerc care are aceeași suprafață cu cea a bazinului.

3.2.9.2. CARACTERISTICI MORFOMETRICE ALE BAZINULUI HIDROGRAFIC

Suprafața bazinului (aria bazinului) notată cu F și exprimată în km^2 este dată de limita cumpenei de apă și se determină grafic (caroiaj, figuri geometrice), mecanic (prin planimetrare cu planimetru polar), analitic (prin coordonate).

Lungimea bazinului (L în km) este distanța dintre vărsare și cumpăna de ape din dreptul izvorului. Măsurarea se face în linie dreaptă sau în linie frântă în funcție de forma bazinului, prin unirea punctelor mediane ale sectoarelor de bazin.

Lățimea medie a bazinului (B) se face prin calcul prin relația :

$$B = \frac{F}{L} \quad (km) \qquad (3.15)$$

Acest parametru este important în calculele hidrologice. Se poate calcula lățimea medie a bazinului de pe dreapta sau stânga cursului principal:

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$B_{dr} = \frac{F_{dr}}{L} \quad , \quad B_{st} = \frac{F_{st}}{L} \quad . \tag{3.16}$$

La valori mici ale lui B rezultă un bazin alungit şi deci o deplasare treptată a apelor maxime.

Lăţimea maximă a bazinului (B_{max}) este dată de perpendiculara cu lungimea maximă pe linia lungimii bazinului. Valori mari ale acestui parametru indică un bazin care se apropie de forma cercului.

Coeficientul de dezvoltare a bazinului (ρ) rezultă din calcul, ca raport al suprafeţei (F) faţă de suprafaţa pătratului care are latura egală cu lungimea bazinului (l^2) şi are valori subunitare.

$$\rho = \frac{F}{l^2} \quad . \tag{3.17}$$

Coeficientul de asimetrie a bazinului (a) se calculează prin planimetrarea celor doi versanţi care se raportează la suprafaţă (F) potrivit relaţiei:

$$a = \frac{2 \cdot \left(f_{stg} - f_{dr} \right)}{F} \quad . \tag{3.18}$$

Altitudinea medie a bazinului (H_m) se determină conform relaţiei:

$$H_m = \frac{f_1 \cdot h_1 + f_2 \cdot h_2 + \ldots + f_n \cdot h_n}{F} \quad . \tag{3.19}$$

unde:

$f_1, f_2, \ldots, f_n$ sunt suprafeţele parţiale dintre curbele de nivel;

$h_1, h_2, \ldots, h_n$ - semisuma altitudinilor curbelor de nivel;

F - suprafaţa bazinului.

După altitudinea medie bazinele hidrografice se pot grupa în : bazine de munte cu $H_m > 600$ m, de deal cu H_m între 200 - 600 m, de câmpie cu $H_m <$ 200 m şi mixte care se înscriu în 2-3 unităţi de relief.

Panta medie a bazinului (I_m) importantă în calculele hidrologice deoarece determină viteza de deplasare de la obârşie spre vărsare, de la cumpăna de

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

ape la artera colectoare. Se calculează folosind hărţile topografice în curbe de nivel conform relaţiei:

$$I_m = \frac{h\left(\frac{l_0 + l_n}{2} + l_1 + l_2 + \ldots + l_{n-1} + l_n\right)}{F} \quad . \qquad (3.20)$$

unde:

h este diferenţa între valorile curbelor de nivel apropiate

$l_1, l_2, \ldots, l_n$ - lungimea curbelor de nivel;

F - suprafaţa bazinului.

Altă relaţie sintetică este:

$$I_m = \frac{\Delta h \times \sum L}{F}. \qquad (3.21)$$

unde:

Δh este echidistanţa curbelor de nivel

Σl - suma lungimilor curbelor de nivel.

Graficul de creştere a bazinului odată cu lungimea dă posibilitatea unei imagini sintetice de dezvoltare a bazinului pe cei doi versanţi, de la izvor către vărsare. Se iau două axe - ordonata care reprezintă lungimea râului principal (în km) şi pe abscisă suprafaţa (în km^2) pe cei doi versanţi. Scara de reprezentare este în funcţie de mărimea bazinului şi de posibilitatea cercetătorului (studentului). Detalii de întocmire se găsesc în caietul de lucrări pracitce (Fig. 3.21.)

Graficul circular al suprafeţei bazinului - o altă posibilitate de reprezentare a bazinelor componente (subbazine) a spaţiilor interbazinale pe cei doi versanţi, de astădată în cadrul unui cerc divizat în 360° sau 400°. Pe cercuri concentrice se înscriu valorile în km^2 a suprafeţelor bazinelor sau a celor nedrenate (Fig. 3.22.).

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

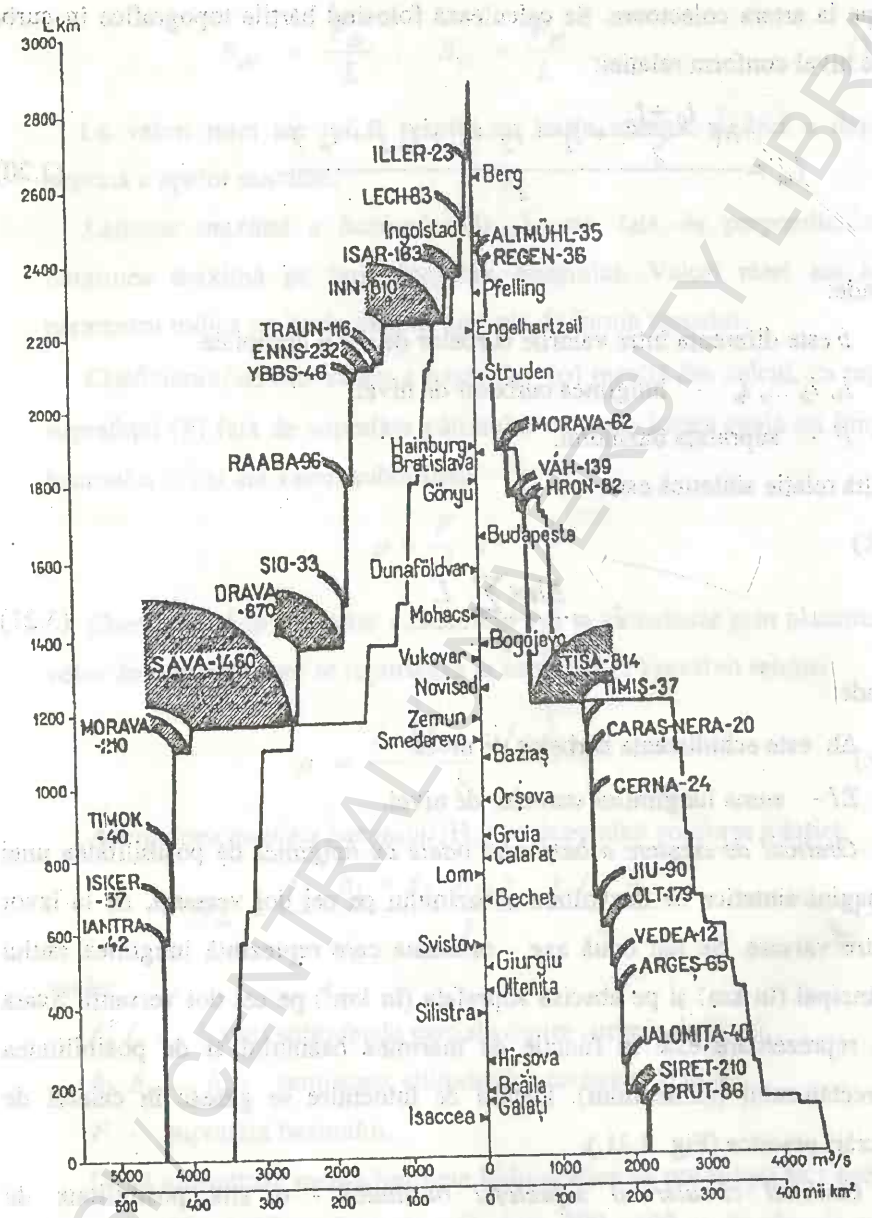


Fig. 3.21 Graficul de creştere a suprafeţei bazinului Dunării odată cu lungimea cursului

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

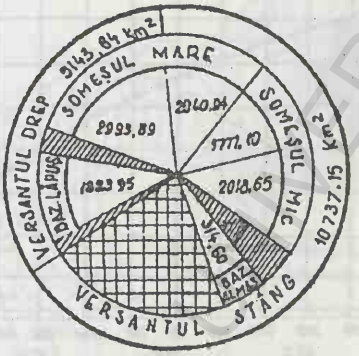
Coeficientul de acoperire a bazinului cu lacuri, mlaştini, păduri etc. (K_a) rezultă din relaţia:

$$K_a = \frac{\sum f(lacuri, mlastini, paduri, etc)}{F} 100. \qquad (3.22)$$

unde:

Σf reprezintă însumarea suprafeţelor componentului măsurat;

F - suprafaţa bazinului.



Suprafeţe interbazinale

Suprafeţe bazinale şi interbazinale sub 500 kmp

Fig. 3.22 Graficul circular de repartizare a suprafeţelor baz. Someş (după I. Pişotă, 1983)

Graficul de repartizare a suprafeţelor bazinului este o diagramă care dă posibilitatea analizării desfăşurării bazinului hidrografic pe trepte altitudinale. Datele rezultate din calculele pentru altitudinea medie a bazinului pot fi folosite pentru reprezentarea grafică pe altitudine a suprafeţelor parţiale.

Tot cu aceste date şi pe acelaşi grafic de data aceasta cumulate de la înălţimea cea mai mare spre cele mai mici, se întocmeşte *curba hipsografică* (Fig. 3.23.).

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Densitatea reţelei hidrografice (D) este o caracteristică importantă atât cea circumscrisă în cadrul unui bazin hidrografic cât şi în limitele unei regiuni geografice. Densitatea reţelei hidrografice este în funcţie de altitudine, de energia de relief, de constituţia litologică, de climă, respectiv de cantitatea de precipitaţii.

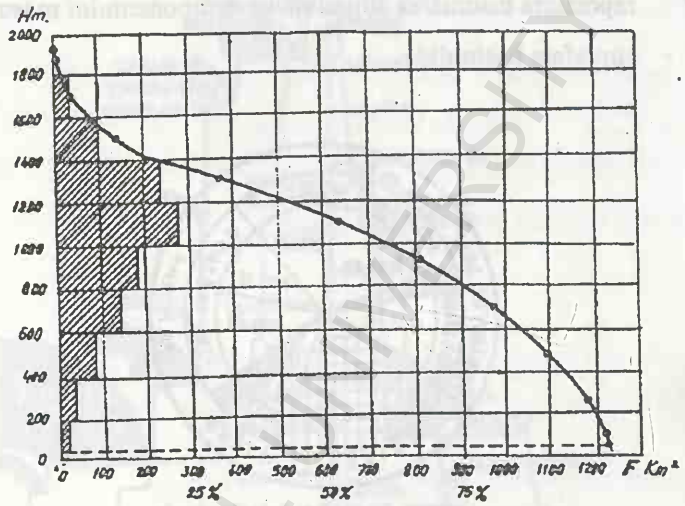


Fig. 3.23 Curba hipsografică a bazinului

Densitatea reţelei hidrografice reflectă o stare a potenţialului resurselor de apă, o evoluţie în timp a arterelor de scurgere.

În calcularea acestui parametru se pot lua în considerare arterele cu scurgere permanentă, semipermanentă, temporară (torenţială), lungimea arterei şi suprafaţa bazinului până la care se poate merge cu calculul.

În situaţia în care se iau în calcul toate arterele de la rigole şi ogaşe până la fluvii, densitatea se poate denumi densitate de drenaj şi nu numai hidrografică.

Determinarea densităţii se face conform relaţiei:

$$D = \frac{L}{F} \qquad \left(km / km^2\right) \quad . \tag{3.22}$$

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

unde:

L este lungimea totală a arterelor de scurgere pe o anumită unitate de supafață sau pe bazin;

F - suprafața față de care se raportează lungimea (Fig. 3.24.)

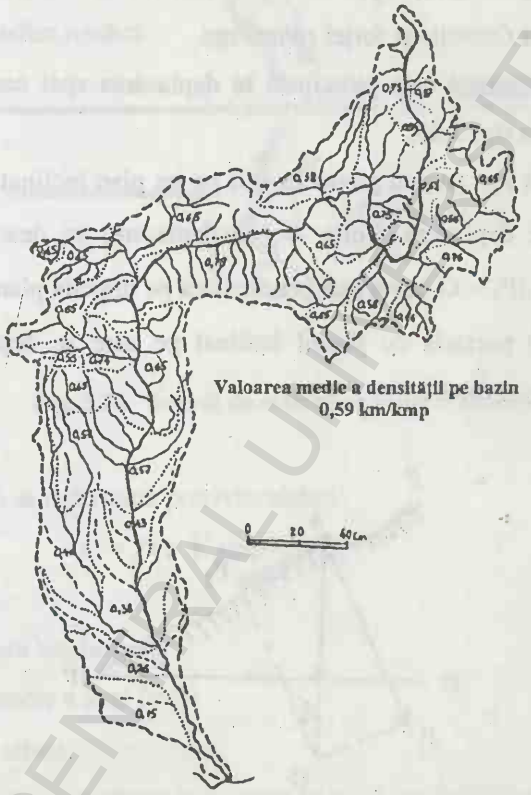


Fig. 3.24 Densitatea rețelei hidrografice a bazinului Olt (km/kmp)

Modul de calcul și metodele de reprezentare se găsesc în caietul de lucrări practice.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.3. ELEMENTE DE HIDRAULICĂ ŞI HIDROMETRIA RÂURILOR

3.3.1. FORŢELE CARE ACŢIONEAZĂ ASUPRA APEI ÎN RÂURI

Deplasarea (mişcarea) apei în albia râului are loc sub acţiunea forţei gravitaţiei, forţei Coriolis şi forţei centrifuge.

Forţa gravitaţională este principală în deplasarea apei care se exprimă (se deduce) conform fig. 3.25.

O picătură de apă (A) cu greutatea (G) pe un plan înclinat (P) sub un unghi (α) tinde să se deplaseze. Forţa G (de deplasare) se descompune în două componente: P_1 ($P_1 = G \cos \alpha$) perpendiculară pe direcţia planului înclinat şi P_2 ($P_2 = G \sin \alpha$) paralelă cu planul înclinat pe care se deplasează molecula (picătura de apă) (Fig. 3.25.).

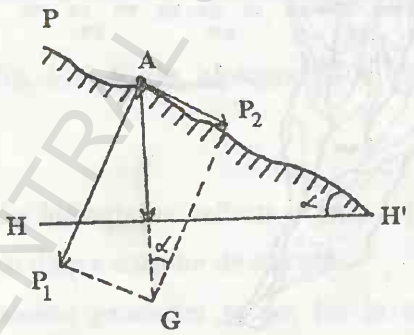


Fig. 3.25 Deplasarea unei molecule de apă pe pantă

Sintetizând - *mişcarea apei în râuri are o viteză uniformă determinată de lucrul mecanic generat de forţa gravitaţiei asupra masei de apă care se deplasează dintr-un punct cu o cotă superioară spre altul cu o cotă inferioară.*

Forţa Coriolis (C) este acea abatere a masei de apă din albie sub influenţa mişcării de rotaţie a Pământului.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În aceste condiţii râurile care curg în emisfera nordică în sensul meridianului vor eroda mai mult pe malul drept şi invers, pe malul stâng în emisfera sudică (Fig. 3.26.).

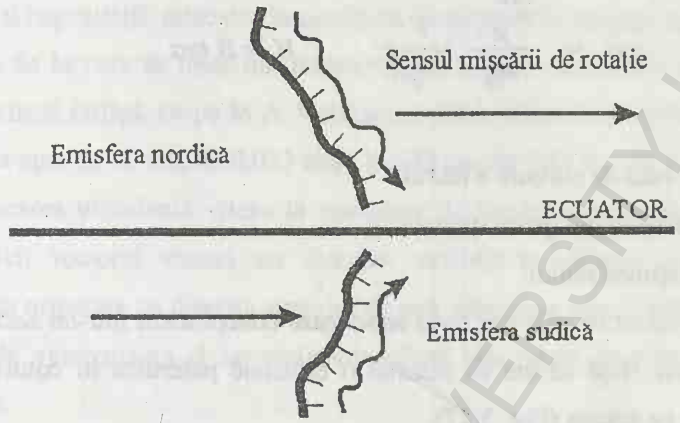


Fig. 3.26 Sensul de acţiune al forţei Coriolis

Forţa Coriolis (C) se determină potrivit relaţiei:

$$C = 2Vu\ V \sin\varphi \quad . \tag{3.23}$$

unde:

Vu este viteza unghiulară;

V - viteza medie a apei (m/s)

φ - lăţimea albiei.

Forţa centrifugă se manifestă în sectoarele (malurile) concave ale meandrelor şi se exprimă prin relaţia

$$C = \frac{m \cdot V^2}{R} \quad . \tag{3.24}$$

unde:

m este masa apei;

V - viteza;

R - raza de curbură a concavităţii.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Consecință - oglinda (nivelul apei) se ridică în profil transversal sub un unghi α cu un H spre malul concav și se determină prin relația:

$$tg\alpha = \frac{\frac{mV^2}{R}}{mg} = \frac{V^2}{gR}; \qquad H = B\, tg\alpha \,. \tag{3.25}$$

unde:

R este raza de curbură a râului;

g - accelerația gravitațională;

B - lățimea râului.

Este evident că cele trei forțe acționează concomitent într-un sector și la un moment dat fapt ce are ca rezultat o eroziune puternică în coturile râurilor dezvoltate pe stânga (Fig. 3.27).

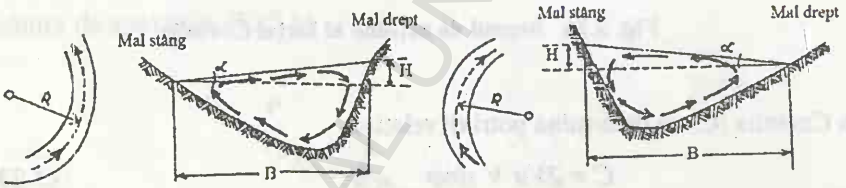


Fig. 3.27 Eroziunea apei spre malul concav datorită forței centrifuge
R - raza de curbură a concavității râului; H - înălțimea apei la malul concav

Pe lângă factorii menționați, eroziunea mai este influențată și de adâncimea apei, variația vitezei și dimensiunea razelor de curbură.

3.3.2. MIȘCAREA LAMINARĂ ȘI MIȘCAREA TURBULENTĂ

Deplasarea apei în albie sub influența directă a gravitației este modelată de frecarea apei cu albia (gradul de rugozitate). Dacă forța de rezistență în albie este mai mică decât forța gravitației viteza de deplasare crește și invers.

Deplasarea (mișcarea) apei în albie se produce sub formă laminară și turbulentă.

BCU ASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Mişcarea laminară este deplasarea în direcţii paralele a masei de apă, de regulă în canale cu pante mici şi un strat subţire de apă. Viteza este mai mare la mijlocul volumului de apă ce se deplasează. Odată cu creşterea vitezei, a debitului şi rugozităţii, mişcarea laminară se transformă în mişcare turbulentă.

Viteza de la care se trece din mişcarea laminară în turbulentă şi invers se numeşte viteză critică. După M.A. Velikanov viteza critică este de 0,33 cm/s la adâncimea apei de 10 cm, de 0,033 cm/s la 100 cm, de 0,017 cm/s la 200 cm.

În mişcarea turbulentă viteza în apropiere de fundul şi malurile albiei are valori mici; vectorul vitezei are direcţie variabilă în diferite puncte şi cu tendinţe de orientare pe direcţia cursului de apă. Mişcarea apei - turbulentă - nu depinde de vâscozitatea ei iar rezistenţa albiei este egală cu pătratul vitezei curentului.

3.3.3. CURENŢII DIN APA RÂURILOR

Datorită neuniformităţii albiei în profil longitudinal şi transversal, în deplasarea apei se nasc mai multe tipuri de curenţi.

La suprafaţa apei datorită vitezei mai mari se formează în spaţiul central un curent superficial fapt ce atrage după sine apa de la margini având aspect convergent; acest curent superficial determină în sectoarele rectilinii un curent circular convergent la suprafaţă şi divergent spre fundul albiei şi care pe spaţii mai mari au aspect de curenţi elicoidali (Fig. 3.28., 3.29.).

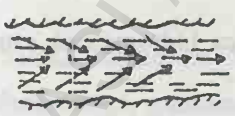


Fig. 3.28 Curent superficial convergent

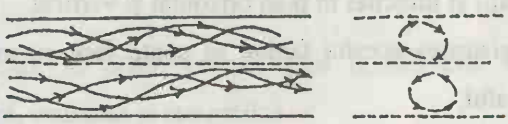


Fig. 3.29 Curenţi elicoidali longitudinali

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Curenţii în albia majoră. În momentul depăşirii malurilor albiei minore, curenţii de apă din albia majoră tind să aibă o direcţie longitudinală în sensul direcţiei văii, depăşind sinuozităţile albiei minore. În această situaţie avem de a face cu un curs de apă inferior în albia minoră care urmăreşte sinuozităţile şi un curs superior, mai lat în albia majoră care are o direcţie longitudinală, respectiv urmăreşte direcţia generală a văii (Fig. 3.30.).

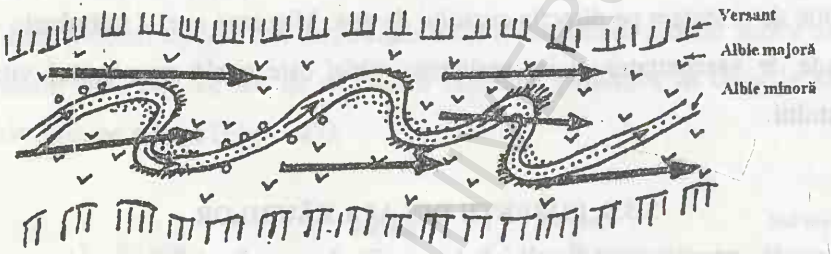


Fig. 3.30 Curenţii din albia majoră la viituri şi ape mari

3.3.4. CONFIGURAŢIA VITEZELOR ÎN SECŢIUNE TRANSVERSALĂ

Viteza curentului de apă dintr-o albie de râu variază în funcţie de configuraţia albiei în ansamblu, de detaliile profilului malurilor şi fundului, de structura depozitelor (aluviunilor), de gradul de înierbare şi acoperire cu arbori (la maluri).

Viteza curentului are un caracter pulsatoriu, dezordonat cu schimbarea intensităţii şi direcţiei în plan orizontal şi vertical.

Înregistrarea acestui tablou se poate face cu morişca hidrometrică sau cu cronograful.

Se precizează că acest caracter pulsatoriu al vitezei este pregnant la maluri, la fund şi sub stratul de gheaţă (iarna).

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

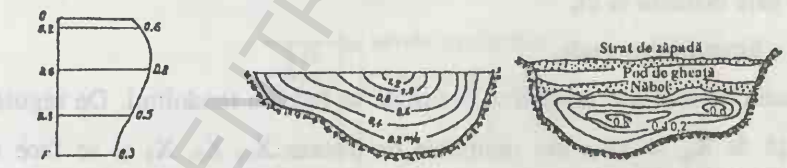
Măsurarea vitezei se face într-o secţiune activă de râu în mai multe verticale, iar pe fiecare verticală în mai multe puncte de adâncime conform unui standard stabilit în hidrometrie, respectiv la suprafaţă, la 0,2; 0,6; 0,8; din adâncimea verticalei şi la fundul albiei. Numărul verticalelor se stabileşte în funcţie de lăţimea râului, de variaţia curentului etc.

În funcţie de adâncimea râului se stabilesc astfel punctele de măsurare: < 15 cm nu se măsoară, între 15 - 20 cm la 0,6 din adâncime, între 21 - 40 cm la suprafaţă şi fund, între 41 - 80 cm la 0,2; 0,6; 0,8 din adâncime, > 80 cm la suprafaţă, 0,2; 0,6; 0,8 şi la fund.

În cazul podului de gheaţă faţă de situaţia de mai sus se suplimentează măsurători la adâncimile între 41 - 80 cm şi > 80 cm cu câte o măsurătoare şi la 0,4 din adâncime.

Măsurarea vitezei într-un singur punct se numeşte viteză punctuală care nu este concludentă, fapt ce impune mai multe măsurători în acel punct obţinându-se o viteză punctuală medie.

Reprezentarea grafică a vitezelor pe o verticală se numeşte hodograful vitezelor (Fig. 3.31. a).



a - Hodograful vitezelor b - Epura vitezelor în secţiune liberă c - Epura vitezelor în secţiune acoperită cu pod de gheaţă

Fig. 3.31 Distribuţia vitezelor în secţiunea de curgere

Viteza medie pe verticală se poate calcula prin următoarele metode: grafomecanică, grafoanalitică, analitică şi integrativă.

Dispunând de vitezele punctuale medii în mai multe verticale se poate întocmi hodograful şi epura vitezelor în secţiunea de râu în care se face

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

măsurătoarea. Curbele care unesc punctele cu aceeaşi viteză se numesc izotahe (Fig. 3.31. b).

Configuraţia izotahelor diferă în funcţie de morfologia albiei. În cazul podului de gheaţă izotahele se închid (Fig. 3.31. c).

3.3.5. MĂSURAREA ŞI CALCULAREA VITEZEI APEI RÂURILOR

Măsurarea vitezei apei este importantă pentru: determinarea debitului de apă, direcţiei curenţilor, pentru construcţii hidrotehnice (deschideri şi amplasări de poduri, baraje, diguri etc.), pentru navigaţie etc.

Viteza apei se determină cu: flotori sau plutitori, tahobatometre (tahimetre - batometre), tuburi piezometrice (hidrometrice), morişti hidrometrice.

Flotorii se folosesc în lipsa celorlalte instrumente. Sunt bucăţi de material uşor plutitor (flotori de suprafaţă, de adâncime, prăjini hidrometrice, flotori integratori).

Relaţia de determinare cu flotori este:

$$V = L / T \ (m/s) \ . \qquad (3.26)$$

unde:

L este distanţa în m;

T - timpul în secunde.

Dacă râul este lat, urmărirea flotorilor se face cu teodolitul. De regulă pe o distanţă de X_m se aleg trei momente de trecere X_1, X_2, X_3 şi se face media timpului (Fig. 3.32.).

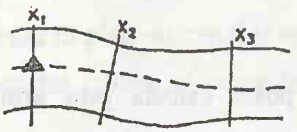


Fig. 3.32 Secţiune în plan pentru măsurarea vitezei apei cu flotori

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tahobatometrele pliante şi cu volum constant sunt folosite concomitent şi pentru recoltarea aluviunilor în suspensie. Au volume bine determinate şi se calculează timpul de umplere. Pe baza curbelor de tarare a batometrelor se determină viteza (Fig. 3.33., 3.34.).

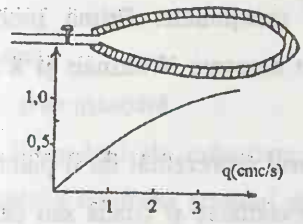


Fig. 3.33 Tahobatometru pliant (balon de cauciuc) şi curba de tarare)

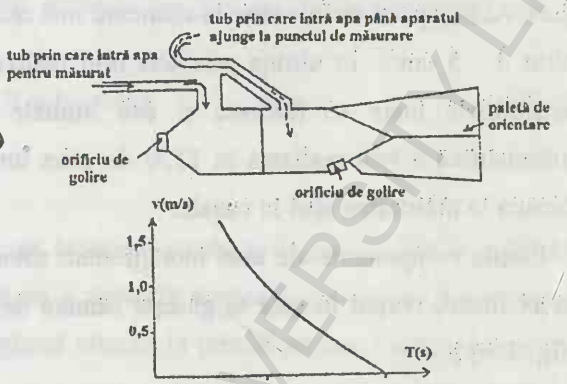


Fig. 3.34 Tahometru cu volum constant şi curba de tarare între viteză (v) şi timp (T)

Tubul hidrometric imaginat în secolul XVIII (1732) de francezul Pitot, este un tub de sticlă îndoit de 90° cu o deschidere la ambele capete. Acesta se introduce în apă cu deschiderea contra curentului (Fig. 3.35.).

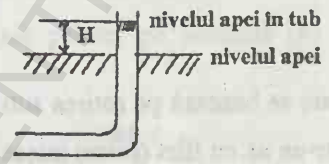


Fig. 3.35 Tubul hidrometric Pitot

Datorită presiunii apei, nivelul în tub se ridică deasupra nivelului din râu cu atât mai mult cu cât viteza apei este mai mare.

Viteza apei se poate calcula potrivit relaţiei:

$$V = C\sqrt{H} \,. \qquad (3.27)$$

unde:

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

H este înălţimea coloanei de apă din tub deasupra nivelului apei din râu

C - o constantă de etalonare a tubului Pitot.

Acest procedeu are o valoare istorică.

Morişca hidrometrică este aparatul de bază pentru măsurarea vitezei apei din râuri. Acest aparat se foloseşte la adâncimi mai mari de 15 cm şi la viteze de cel puţin 3 - 5 cm/s. În ultima perioadă prin realizarea unor morişti mici şi cu sensibilitate mare se folosesc şi sub limitele menţionate. Prima morişcă hidrometrică a fost realizată în 1790 de către un oarecare Woltman şi a fost folosită la măsurarea apei în canale.

Părţile componente ale unei morişti sunt: rotorul reprezentat de o paletă şi un ax filetat, corpul în care se găseşte camera de contacte şi coada sau cârma (Fig. 3.36.).

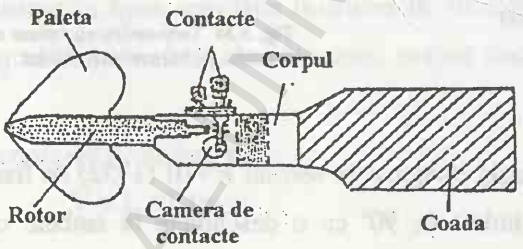


Fig. 3.36 Morişcă hidrometrică

Principiul de funcţionare se bazează pe rotirea sub acţiunea dinamică a apei a paletei (elicei) care printr-un ax cu filet (rotor) mişcă o rotiţă dinţată prevăzută cu un ştift; aceasta la o rotire completă (are 20 de dinţi) atinge o lamelă care închide un circuit electric alimentat de la o baterie şi pune în funcţiune un semnal sonor sau optic. Coada moriştii are rolul de a menţine morişca pe direcţia curentului. Tija pe care este fixată morişca şi greutatea hidrodinamică pentru menţinerea pe verticală.

Pentru măsurarea vitezelor cu morişca şi calcularea lor se procedează astfel:

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

V - viteza curenţilor este în funcţie de n numărul de rotaţii ale paletei în unitatea de timp, V = f (n) şi se exprimă printr-o constantă K determinată în laborator (tararea moriştii).

Cunoscând valoarea lui K şi viteza iniţială a paletei (V_0 - viteza de pornire sub 2 - 5 cm/s) cu ajutorul ecuaţiei moriştii se determină viteza conform relaţiei:

$$V = V_0 + K n \quad . \qquad (3.28)$$

unde:

n se măsoară.

Procedeul de măsurare: se lansează morişca fixată de tijă la adâncimea stabilită conform stasului şi pe o anumită verticală; se lasă un timp ca să se uniformizeze, să intre în regimul vitezei; la primul semnal acustic sau optic se pune în funcţiune cronometru şi se marchează secundele până la următoarea semnalizare şi se notează în continuare 5 - 6 intervale cu timpul corespunzător cumulat.

Pentru veridicitate şi datorită pulsaţiilor vitezei se ia timpul cumulat la primele trei intervale (T_1 = 51') şi următoarele trei intervale (T_2 = 53') şi dacă se îndeplineşte condiţia $0,9 < T_2/T_1 < 1,1$ adică T_2 nu se abate faţă de T_1 cu mai mult de ± 10% - măsurătoarea este bună.

Numărul de rotaţii ale paletei pe secundă (n) se determină cu ajutorul relaţiei:

$$n = \frac{M \cdot i}{T} \quad . \qquad (3.29)$$

unde:

M este numărul de rotaţii ale paletei pentru a produce un semnal;

i - numărul semnalelor înregistrate;

T - timpul în care s-au înregistrat semnalele (în secunde).

Calculul vitezei se face prin metodele: grafomecanică, grafoanalitică, analitică, integrării vitezei pe verticală.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Metoda grafomecanică. Folosind hodograful vitezei pe verticală se planimetrează suprafaţa de 2 - 3 ori iar viteza medie (V_m) se calculează conform relaţiei:

$$V_m = \frac{F_v}{h} \ (m/s) \quad . \tag{3.30}$$

unde:

F_v este suprafaţa graficului;

h - adâncimea

(exemplu: pentru viteze 1 cm = 0,5 m/s şi pentru adâncime 1 cm = 0,2 m atunci 1 cm^2 de pe grafic reprezintă 0,1 m^2/s). Un cm^2 de pe grafic reprezintă un anumit număr de diviziuni la planimetru.

Metoda grafoanalitică. Se împarte hodograful în fâşii orizontale de 4 mm înălţime şi determinarea grafică a vitezei la mijlocul fâşiilor se face conform relaţiei:

$$V_m = \frac{V_i + V_2 + \ldots + V_n}{n} \ (m/s) \quad . \tag{3.31}$$

B.C.U. „M. EMINESCU" IAŞI GEOLOGIE-GEOGRAFIE

Când ultima fâşie (de la fund) are o înălţime mai mică de 4 mm viteza medie se calculează conform relaţiei:

$$V_m = \frac{V_i + \frac{h_n}{h_i} \cdot V_n}{n + \frac{h_n}{h_i}} \ (m/s) \quad . \tag{3.32}$$

unde:

V_m este viteza medie pe verticală (m/s);

V_i - viteza intervalului (m/s);

h_n - înălţimea ultimei fâşii (mm);

h_i - înălţimea unei fâşii de 4 mm;

V_n - viteza mijlocului fâşiei de jos (m/s).

Metoda analitică - vitezele treptelor reprezintă vitezele treptelor în punctele standard de măsurare şi viteza medie se calculează după formulele:

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

1) măsurarea vitezei în 5 puncte (h > 80 cm) :

$$V_m = \frac{V_{supr.} + 3V_{0,2h} + 3V_{0,6h} + 2V_{0,8h} + V_f}{10} \quad . \tag{3.33}$$

2) măsurarea vitezei în 3 puncte (h = 41 - 80 cm):

$$V_m = \frac{V_{0,2h} + 2V_{0,6h} + V_{0,8h}}{4} \quad . \tag{3.34}$$

3) măsurarea vitezei în 2 puncte (h = 21 - 40 cm):

$$V_m = \frac{V_{0,2h} + V_{0,8h}}{2} \quad . \tag{3.35}$$

4) măsurarea vitezei într-un punct (h = 15 - 20 cm) :

$$V_m = V_{0,6h} \quad . \tag{3.36}$$

În situaţia existenţei podului de gheaţă, viteza se calculează cu aceeaşi formulă pentru 2-5 puncte. Când se măsoară într-un singur punct $V_m = KV$, în care K este o constantă experimentală cu valorile: pentru $V_{0,4h}$, K = 0,75; $V_{0,5h}$, K = 0,75; $V_{0,6h}$, K = 0,95.

Metoda integrării vitezelor pe verticală - se ridică morişca pe verticală cu o viteză constantă (de la fund spre suprafaţă şi invers) înregistrându-se numărul impulsurilor (i) şi timpul în care se produc (t). Cunoscând cele două elemente (n şi t) se determină viteza medie prin relaţia cunoscută.

3.3.6 DEBITUL LICHID AL RÂURILOR

Debitul de apă (Q) al unui râu (canal, conductă închisă) este cantitatea de apă care trece printr-o anumită secţiune (ωm^2) în unitatea de timp(Vm/s).

Deci debitul de apă (Q) se determină conform relaţiei:

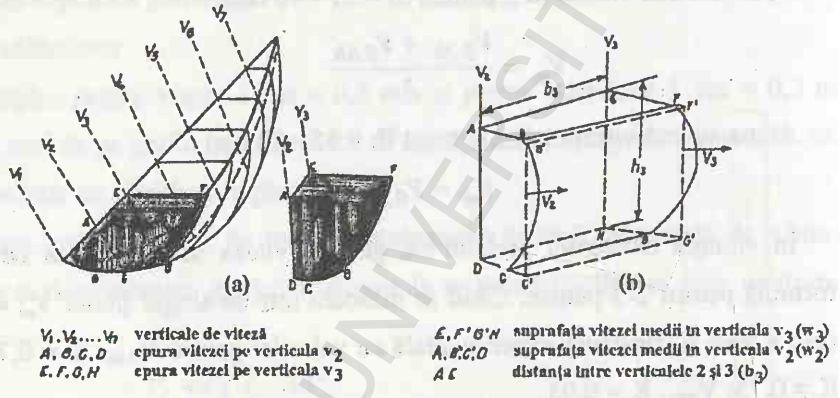
$$Q\ (m^3/s) = \omega\ V \quad . \tag{3.37}$$

Este evident că în cazul râurilor, secţiunea se referă la albia activă prin care se scurge apa. Deplasarea apei în albia râului se face conform legii gravitaţiei şi înclinării acesteia în profil longitudinal. Debitul de apă se exprimă, de regulă, în m^3/s sau l/s.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Prin determinarea vitezelor în mai multe verticale şi respectiv în mai multe puncte pe acestea (conform standardelor menţionate anterior) şi reprezentarea lor grafică se pot calcula debitele parţiale şi prin însumare, debitul total.

În acest sens se procedează potrivit modelului debitului parţial şi total (Fig. 3.37).



$V_1, V_2, \ldots V_7$ verticale de viteză
A, B, C, D epura vitezei pe verticala v_2
E, F, G, H epura vitezei pe verticala v_3
E, F' G' N suprafaţa vitezei medii în verticala v_3 (w_3)
A, B', C', D suprafaţa vitezei medii în verticala v_2 (w_2)
A E distanţa între verticalele 2 şi 3 (b_3)

Fig. 3.37 Modelele debitului total (a) şi a debitului parţial (b) într-o secţiune de râu

Din figura 3.37 a. se defalcă volumul delimitat de coordonatele A,B,C,D, respectiv epura vitezei pe verticale V_2 şi celelalte E,F,G,H, adică epura vitezei din verticala V_3.

Dacă se consideră volumul, astfel delimitat ca un trunchi de piramidă, evidenţiat în figura 3.37. b., se aplică relaţia:

$$\frac{AB'C'D + EF'G'H}{2} \cdot AE, \qquad (3.38)$$

respectiv

$$q_3 = \frac{V_{m2} \cdot h_2 + V_{m3} \cdot h_3}{2} \cdot b_3 \quad . \qquad (3.39)$$

unde:

q_3 este debitul parţial;

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

V_{m2} - viteza medie pe verticala 2;

V_{m3} - viteza medie pe verticala 3;

b_3 - distanţa dintre verticalele 2 şi 3.

O altă variantă pentru calcularea debitului parţial este calcularea secţiunii (ω_3) şi a vitezei medii ($V_{2,3}$) între verticalele respective.

Astfel:

$$\omega_3 = \frac{h_2 - h_3}{2} \cdot b_3 \,, \tag{3.40}$$

$$iar \quad V_{m2,3} = \frac{V_{m2} + V_{m3}}{2} \,. \tag{3.41}$$

$$iar \quad q_3 = \left(\frac{h_2 + h_3}{2} \bullet b_3\right) \bullet \left(\frac{V_{m2} + V_{m3}}{2}\right) = V_{m2,3} \,. \tag{3.42}$$

Debitul total se obţine prin insumarea debitelor parţiale:

$$Q = q_1 + q_2 + \ldots + q_{n-1} + q_n = \sum q_i \qquad (m^3/s). \tag{3.43}$$

3.3.6.1. METODE DE DETERMINARE A DEBITULUI

Determinarea debitelor de apă constituie una dintre cele mai importante activităţi în hidrometrie şi în hidrologie, deoarece determinarea acestui parametru stă la baza tuturor calculelor privind o construcţie hidrotehnică.

Sunt mai multe metode de determinare a debitului de apă, unele dintre ele corespunzând celor analizate la determinarea vitezei.

Metoda secţiune - viteză este cea mai utilizată şi constă în măsurarea secţiunii şi vitezelor apei cu morişca hidrometrică sau cu flotori.

Metoda construcţiilor hidrometrice speciale şi hidrotehnice existente. Amenajarea unor canale hidrometrice şi deversor cu tararea acestora. Prin măsurarea nivelurilor apei şi utilizarea curbelor de tarare se determină debitul. Aceasta se practică pe râuri mici.

Deversorii sunt de mai multe tipuri: deversori cu prag, deversori cu pereţi subţiri.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Deversori cu prag

a) *Deversor cu prag inundat*

$$Q = \rho \cdot b \cdot H \cdot \sqrt{2g\left(H_0 - P_1 - P\right)} \quad . \tag{3.44}$$

unde:

ρ este coeficientul de viteză (din tabele)

P_1 - adâncimea apei în aval de deversor (în m) ;

P - înălţimea feţei din amunte a deversorului (în m);

b - lăţimea deversorului (în m) şi

$$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H_0^{3/2} \quad . \tag{3.45}$$

b) *Deversor cu prag neinundat*

$$H_0 = H + \frac{V^2}{2g} \quad . \tag{3.46}$$

unde:

m este coeficientul de debit (din tabele);

g - acceleraţia gravitaţională;

H - grosimea lamei de apă deversată

Deversori cu pereţi subţiri

a) *Deversori cu pereţi subţiri dreptunghiulari*

$$Q = m_0 \bullet b \bullet \sqrt{2g} \bullet H^{3/2} \tag{3.47}$$

unde:

m_0 este coeficientul de debit care se calculează după relaţia:

$$m_0 = \left(0{,}405 + \frac{0{,}003}{H}\right) \cdot \left[1 + 0{,}55 \cdot \left(\frac{H}{H - P}\right)^2\right] \quad . \tag{3.48}$$

unde:

P este înălţimea pragului deversor faţă de fund.

b) *Deversori cu prag subţire trapezoidal* - pereţii au înclinarea tgα = 1/4. Sarcina maximă (H) trebuie să fie de cel puţin 1/3 din lungimea pragului:

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$Q = 1{,}86 \cdot b \cdot H^{3/2} \quad . \qquad (3.49)$$

c) *Deversori cu pereți triunghiulari* - sarcina minimă H = 0,05 m și cea maximă H = 1 m:

$$Q = 1{,}4 \cdot H^{5/2} \quad sau \quad Q = 1{,}343 \cdot H^{2{,}47} \quad . \qquad (3.50)$$

Sarcina H (înălțimea apei) se determină cu o riglă sau mira. Există tabele cu ajutorul cărora în funcție de secțiunea deversorului și sarcina H se determină Q în l/s sau m^3/s.

Metoda diluției (amestecului)

În cazul pâraielor mici, de munte, este greoaie folosirea celorlalte metode și atunci se practică metoda amestecului (chimică). Se lansează o soluție cu o concentrație mare de NaCl care se amestecă în apa curentului. Mai jos de amestecul soluției se colectează probe de apă la care se determină concentrația. Debitul se determină cu relația:

$$Q = q \cdot \frac{K_1 - K_2}{K_2 - K_0} \quad . \qquad (3.51)$$

unde:

q este debitul soluției în l/s;

K_1 - concentrația soluției în g/l;

K_0 - concentrația soluției în curent în stare naturală (g/l);

K_2 - concentrația soluției din proba colectată în aval (g/l);

Q - debitul curentului (l/s).

Dacă nu se ia în considerare concentrația soluției în stare naturală (K_0) valoarea debitului se determină astfel:

$$Q = q \cdot \frac{K_1}{K_2} \quad . \qquad (3.52)$$

Sunt necesare detalii asupra capacității vasului și modalitatea de lansare.

Metoda volumetrică se practică la izvoare sau obârșia pâraielor unde debitul este de ordinul câtorva l/s. Se drenează apa izvorului pe un jgheab și se colectează într-un vas cu volum cunoscut. Debitul se determină cu relația:

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$Q = \frac{W}{t} \quad (l/s) \quad . \qquad (3.53)$$

unde:

W este volumul vasului;

t - timpul în care se umple vasul.

Metoda hidraulică se practică în imposibilitatea folosirii altor metode directe - experimentale. În acest scop se folosesc formule hidraulice. Cea mai utilizată este formula Chézy:

$$V = C \cdot \sqrt{R \cdot I} \quad . \qquad (3.54)$$

unde:

V este viteza medie pe secțiune;

C - un coeficient de viteză;

R - raza hidraulică;

I - panta longitudinală a suprafeței apei.

Debitul se va calcula după formula:

$$Q = \omega \; V \quad . \qquad (3.55)$$

unde:

ω este suprafața secțiunii (m^2);

V - viteza (m/s).

Pentru coeficientul C se folosește formula Bazin:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \quad . \qquad (3.56)$$

unde:

γ este rugozitatea, se determină astfel:

$$\gamma = \frac{87 \; \omega \; R \sqrt{I}}{Q} - \sqrt{R} \quad . \qquad (3.57)$$

De regulă valorile coeficientului rugozității se dau în tabele.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Metoda se foloseşte pentru extrapolarea cheilor limnimetrice când lipsesc măsurători directe (la ape mari şi ape mici).

Determinarea debitelor cu ajutorul flotorilor

Câteva condiţii care se impun acestui gen de determinări:

- să nu fie vânt care să influenţeze deplasarea flotorilor;
- nivelul apei să fie stabil (nici în creştere nici în scădere);
- secotorul de râu să fie lipsit de vegetaţie la maluri sau la fund;
- sectorul de râu să fie aproximativ rectiliniu pe o distanţă de 3-5 ori mai mare decât lăţimea.

Procedeul de alegere a distanţei de lansare este cel prezentat la viteză.

Determinarea debitului se face astfel:

* se calculează secţiunea albiei (m^2);

* se determină viteza de suprafaţă:

$$V_{m\ superf.} = \frac{L}{t} \quad (m/s) \ . \tag{3.58}$$

unde:

L este distanţa parcursă de flotori (m);

t - durata de deplasare a flotorilor (sec.);

* se calculează debitul fictiv pe baza lui $V_{superf.}$:

$$Q_{fictiv} = \omega \ V_m \quad (m/s) \ . \tag{3.59}$$

* se calculează debitul real:

$$Q = K \, Q_{fictiv} \ (m/s) \ . \tag{3.60}$$

unde:

K este un coeficient de reducţie şi se apreciază între 0,86 şi 0,89 şi el se calculează astfel:

- la râuri de şes:

$$K = \frac{C}{C+6} \ . \tag{3.61}$$

- la râuri de munte:

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$K = \frac{C}{1{,}34 \bullet C + 6} . \qquad (3.62)$$

unde:

C este coeficientul de viteză determinat cu formula N. Pavlovski

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{y} . \qquad (3.63)$$

unde:

n este coeficientul de rugozitate;

R - raza hidraulică;

y - factor exponențial ce poate fi scos din tabele sau calculat

$$y = 2{,}5 \bullet \sqrt{n} - 0{,}13 - 0{,}75 \bullet \sqrt{R} \bullet \left(\sqrt{n} - 0{,}10\right). \qquad (3.64)$$

$$y = 1{,}5 \bullet \sqrt{n} \quad \text{când } R < 1{,}0\,m \qquad (3.65)$$

$$y = 1{,}3 \bullet \sqrt{n} \quad \text{când } R > 1{,}0\,m \qquad (3.66)$$

Calculul debitului cu ajutorul morișii hidrometrice

După cum s-a arătat la determinarea vitezelor cu morișca hidrometrică prin mai multe metode - analitică, grafoanalitică, grafomecanică, prin aceleași metode se determină și debitul lichid.

Metoda analitică. Se determină debitele elementare (parțiale) pentru fiecare spațiu dintre verticale și însumarea acestora.

În acest sens:

- se calculează viteza medie pe fiecare verticală (V_1, V_2, ..., V_n);

- se calculează suprafețele parțiale (ω_1, ω_2, ..., ω_n) prin metoda figurilor geometrice;

- se calculează viteza medie pentru fiecare suprafață parțială ca medie aritmetică dintre verticalele vecine. Pentru prima și ultima secțiune viteza medie se calculează, se apreciază că reprezintă 2/3 din prima și, respectiv ultima verticală;

- se determină debitul parțial ca produs dintre ω și V_m;

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- se însumează debitele parţiale utilizând relaţia:

$$Q = 2/3\ \omega_0 V_1 + \omega_1 \frac{V_1 + V_2}{2} + \omega_2 \frac{V_2 + V_3}{2} + \ldots +$$

$$+ \omega_{n-1} \frac{V_{n-1} + V_n}{2} + 2/3\ \omega_n V_n \quad \text{(m/s)} \qquad (3.67).$$

Metoda grafoanalitică presupune reprezentarea grafică a vitezelor pe secţiune şi o serie de calcule care oferă o mai mare precizie în determinarea debitului (Fig. 3.38)

Astfel:

1) Se reprezintă grafic o secţiune pe baza sondajelor la verticalele respective.

2) Se întocmeşte un tabel la partea inferioară a secţiunii cu următoarele elemente:

* numărul verticalei de sondaj;
* numărul verticalei de viteză;
* distanţa de la reper (d) în m;
* adâncimea pe verticală (h) în m;
* viteza medie (V_m) pe verticală în m/s;
* debitul elementar (q_{elem}) în m^2/s.

3) Se reprezintă hodograful vitezelor pe fiecare verticală şi se calculează conform determinării vitezelor elementare.

4) Se reprezintă grafic curba vitezelor.

5) Se determină debitul elementar în m^2/s ca produs între V_m şi h verticala:

$$q_{elem} = V_m h \quad (m^2/s) \qquad (3.68)$$

6) Se reprezintă la scara secţiunii transversale şi deasupra acesteia debitul elementar după care se unesc punctele obţinându-se curba debitelor elementare.

7) Se determină suprafaţa dintre curba debitului elementar şi suprafaţa apei împărţindu-se în distanţe egale (de exemplu în 4 mm sau 5 mm).

$$S = (a + b + c + \ldots + n)\, h \qquad (3.69)$$

unde:

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$a, b, c, \ldots, n$ sunt verticalele care împart suprafeţele din 4 în 4 mm (sau 5 mm) şi h este distanţa dintre ele, respectiv 4 mm (sau 5 mm).

8) Determinarea debitului obţinut prin înmulţirea suprafeţei grafice cu scara de reprezentare a lăţimii râului (B) şi scara de reprezentare a debitului elementar.

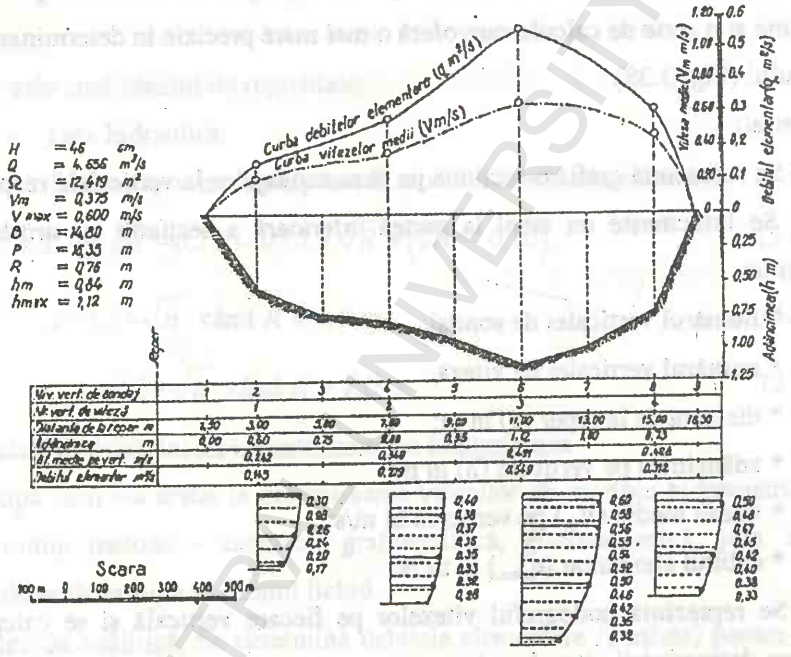


Fig. 3.38 Calcularea debitului lichid prin metoda grafoanalitică (după I. Pişota, 1983)

Debitul total se mai calculează şi astfel:

$$Q=\frac{T2}{3}q_1 b_0+\frac{q_1+q_2}{2}\ b_1+\ldots+\frac{q_{n-1}+q_n}{2}b_{n-1}+\frac{1}{3}q_n b_n\ .(\mathrm{m^3/s}) \qquad (3.70)$$

unde:

$q_1, q_2, \ldots, q_n$ reprezintă debitul elementar (m^2/s);

$b_0, b_1, \ldots, b_n$ - reprezintă distanţa dintre verticale (m).

Metoda grafomecanică este cea mai exactă şi se recomandă a fi folosită. Aceasta constă în reprezentarea grafică a profilului transversal cu verticalele şi

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

hodografele respective după care se planimetrează fiecare hodograf. Prin înmulţirea vitezei medii pe verticală cu adâncimea se obţine debitul elementar ($q_{elem.}$). Cu q_{elem} se reprezintă deasupra suprafeţei apei (profilului transversal) curba acestuia.

Debitul total rezultă din planimetrarea suprafeţei dintre nivelul apei în profil transversal şi curba de deasupra a debitului elementar. Dacă din planimetrare rezultă, de exemplu 50 cm^2, cunoscând că fiecare cm^2 reprezintă la scara folosită (1 cm lungime = 1 m şi 1 cm debit elementar = 0,5 m^2/s) în debit de 0,5 m^3/s obţinem 25 m^3/s debit.

3.3.6.2. PRELUCRAREA DATELOR ASUPRA DEBITULUI DE APĂ

Scopul prelucrării datelor asupra debitelor de apă este acela de a găsi soluţia concretă de determinare a debitului de apă în oricare moment a unei perioade, să se utilizeze aceste informaţii pentru calcularea debitelor maxime şi minime instantanee, debitele minime zilnice, lunare şi anuale.

Metodele de calculare a debitelor instantanee depind de caracteristicile albiei râului şi de mijloacele folosite.

De regulă, la râurile mijlocii, mari şi mici cu albie stabilă şi la care variaţia nivelului apei cu 1 cm se produce la o variaţie corespunzătoare a debitului, determinarea acestuia se bazează pe legătura (corelaţia) dintre nivel şi debit, corelaţie cunoscută sub denumirea de cheie limnimetrică. În cazul în care varaţia de 1 cm a nivelului apei este produsă de o creştere mai mare a debitului (peste ± 20%) atunci pentru calculul debitului instantaneu se utilizează metoda interpolării directe şi deci numărul măsurătorilor trebuie să fie mai mare pentru a cuprinde paleta evoluţiei debitului. De regulă, această metodă se foloseşte pentru extremităţile cheii limnimetrice.

În cazul existenţei unei construcţii hidrotehnice se foloseşte curba de tarare a acestora.

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Cheia limnimetrică este cea mai folosită în determinarea debitelor instantanee.

Este necesar să precizăm următorul aspect: pe râuri sunt instalate mire hidrometrice care se constituie în staţii (posturi hidrometrice).

La aceste posturi hidrometrice, primul parametru care e măsoară este nivelul apei (de regul o dată pe zi, dar la viituri se fac citiri şi din oră în oră), apoi se măsoară temperatura apei, se prelevează probe de apă pentru chimism, se măsoară debitul de apă şi de aluviuni.

Dacă nivelul apei se citeşte şi se consemnează în fiecare zi, în ceea ce priveşte măsurătoarea de debit, dat fiind complexitatea ei şi numărul minim de 2 persoane pentru efectuare, acestea se fac de câteva ori pe an, astfel încât să se poată acoperi ecartul de variaţie al nivelurilor dintr-un an (de la niveluri minime la cele maxime).

Deoarece în practică este necesar să se cunoască debitele zilnice, lunare şi anuale atunci se procedează la stabilirea cheii limnimetrice pentru postul hidrometric, respectiv stabilirea corelaţiei dintre niveluri şi debite.

Din cele de mai sus rezultă că într-un an vom fi în posesia a 365 de valori ale nivelului şi a 5-10 măsurători de debite.

Pentru cunoaşterea stabilităţii secţiunii de măsurare este necesar să se efectueze periodic măsurători de adâncime deoarece la viituri, albia (secţiunea) se modifică prin eroziune sau aluvionare.

La orice măsurătoare de debit se întocmeşte un tabel cu data măsurătorii, nivelul apei faţă de "0" al mirei, suprafaţa secţiunii ω, lăţimea albiei, adâncimile medii şi maxime, panta suprafeţei apei (I ‰), viteza medie în secţiune, viteza maximă, debitul de apă (Q în m^3/s).

Pe baza datelor de niveluri şi debite se întocmeşte graficul de corelaţie (cheia limnimetrică) (Fig. 3.39)

De regulă, cheile limnimetrice se extrapolează în cele două extreme (minimă şi maximă) unde nu sunt făcute măsurători de debite dar sunt observaţii de niveluri. Extrapolarea se face pe cca 10 - 15% din ecartul nivelurilor.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

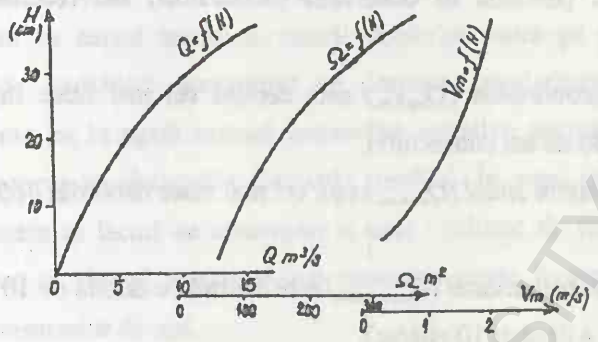


Fig. 3.39 Cheia limnimetrică Q, Ω, V_m = f(H)

Cheile limnimetrice se întocmesc separat pentru perioada de vară şi de iarnă (pod de gheaţă). Extrapolarea se face după tendinţa curbei, pe baza curbelor ω = f(H), V_m = f(H) şi formulei Chézy.

Pentru calcularea debitelor medii zilnice pe baza cheii limnimetrice grafice se întocmeşte cheia limnimetrică tabelară (Tab. 3.2)

Nivel (cm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	7,0	7,20	7,40	7,60	7,80	8,00	8,20	8,40	8,60	8,80
20	9,0	9,35	9,70	10,05	10,40	10,75	11,10	11,45	11,80	12,15
30	12,50	12,95	13,40	13,85	14,30	14,75	15,20	15,65	16,10	16,55
40	17,00	17,55	18,10	18,65	19,00	19,70	20,30	20,85	21,40	21,85
50	22,50									

Tab. 3.2 Cheia limnimetrică Q = f(H) cm

3.3.6.3. DEBITE CARACTERISTICE

Odată determinate debitele zilnice se întocmeşte graficul anual de variaţie a acestora care se numeşte hidrograful debitelor.

Analizându-se hidrograful anual al debitelor se pot stabili câteva debite caracteristice.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Debitul maxim maximorum ($Q_{max.max.}$) este cel mai mare debit ce s-a înregistrat în perioada de observaţii (măsurători) sau reconstituit (până în prezent).

Debitul extraordinar ($Q_{max.ex.}$) este debitul cel mai mare înregistrat într-o perioadă de 30 de ani consecutivi.

Debitul maxim anual ($Q_{max.an.}$) este cel mai mare debit din 365 de zile (dintr-un an).

Debitul maxim normal ($Q_{max,norm.}$) este debitul cu durata de 10 zile pe an (s-a menţinut sau a depăşit 10 zile/an).

Debitul mediu anual (Q_m) reprezintă media aritmetică a debitelor zilnice dintr-un an.

Debitul normal (debitul modul) (Q_0) este debitul care reprezintă media debitelor medii pe o perioadă cât mai mare de ani consecutivi.

Debitul mediu - formulare generală - pe anumite perioade (decadă, lună, anotimp).

Debitul de etiaj (Q_e) - cel care are o durată de 355 zile (Q_{an} - 10 zile).

Debit minim anual ($Q_{min.an.}$) - cel mai mic înregistrat în întreaga perioadă de observaţii.

Aceste debite caracteristice se mai exprimă şi prin asigurarea la % astfel:

$Q_{max.an.}$ (cu durata de o zi) este $Q_{0,3\%}$

$Q_{max.normal}$ (cu durata de 10 zile) este $Q_{3\%}$

Q_{etiaj} (cu durata de 355 zile) este $Q_{97\%}$

$Q_{min.an.}$ (cu durata de 365 zile) este $Q_{99,7\%}$

Raportul dintre Q_{max} şi Q_{min} (Q_{max}/Q_{min}) exprimă uniformitatea scurgerii sau torenţialitatea unui râu.

Astfel, Oltul la Râmnicu Vâlcea are 1/157, Someşul la Satu Mare 1/328, Mureşul la Arad 1/182, Siretul la Lungci 1/199, Bârlad la Bârlad 1/7600, Jijia la Todireni 1/19700, Dunărea la Ceatalul Chiliei 1/11.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.3.6.4. REGULARIZAREA DEBITELOR

Deoarece în condiţiile climatului temperat-continental din ţara noastră există o variaţie mare în cursul anului a valorii debitului scurs pe râuri, pentru rezolvarea unor necesităţi economice se impune regularizarea debitelor. Debitele extreme au în egală măsură consecinţe negative asupra modului de folosinţă sau asupra ecosistemelor fluviatile (reofile). În acest sens se impun măsuri de reţinere în lacuri de acumulare a unor volume de apă care să fie restituite treptat în timpul anului. Acest procedeu poate fi considerat ca o compensare a resurselor de apă.

Regularizarea debitelor poate fi făcută la nivelul unei zile, la nivelul sezoanelor şi la nivel multianual în funcţie de regimul de scurgere al râului.

În hidroenergie se reţine o parte din apă în lacul de acumulare în timpul nopţii şi se restituie ziua în perioada de vârf. Alte situaţii: la irigaţii, la plutărit, la transporturi.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.4. REGIMUL HIDROLOGIC AL RÂURILOR

Regimul hidrologic al unui râu sau al unui sistem de râuri, care se grupează teritorial după anumite legităţi în care trebuie să luăm în considerare evoluţia paleogeografică, condiţiile climatice şi intervenţia omului în decursul timpului, reprezintă forma de manifestare în timp şi spaţiu a râului (râurilor) reflectată prin procesul de scurgere a apei în albia respectivă.

Analiza regimului hidologic al râurilor prezintă o importanţă deosebită pentru cunoaşterea tuturor aspectelor hidrologice şi respectiv a resurselor de apă de care dispunem pe un anumit teritoriu (bazin hidrografic, unitate goegrafică, ţară, continent sau chiar planeta Terra).

Se poate extrapola termenul (noţiunea) de regim hidrologic al unui râu dincolo de scurgerea apei propriu-zisă, incluzând aspecte de turbiditate (aluviuni în suspensie), compoziţia chimică a apei (tipuri hidrochimice şi grad de mineralizare), temperatura apei (inclusiv fenomenele de îngheţ acolo unde zona geografică determină acest aspect). Într-un cuvânt se poate spune că prin regimul hidrologic al unui râu înţelegem, în sensul celor menţionate, ansamblul de procese hidrologice - sub aspect fizic şi chimic - adică *manifestarea abiotică.*

Pentru înţelegerea acestui ansamblu de manifestări în sistemul hidrografic analizat, se impune tratarea compartimentală a acestora care în final se sintetizează prin *regionarea hidrologică a teritoriului.* În regionarea hidrologică a unui teritoriu se mai pot lua în considerare şi gradul de intervenţie directă şi indirectă a omului cu consecinţe pozitive şi negative.

3.4.1. SCURGEREA APEI RÂURILOR - FACTORII CARE O INFLUENŢEAZĂ

Scurgerea apei într-un bazin hidrografic sau într-o anumită parte, componentă a acestuia este deosebit de complexă fiind rezultatul unor factori ca: structura geologică, configuraţia reliefului, clima (precipitaţii, temperatura, vânt etc.), solurile, vegetaţia şi activitatea antropică prin agricultură, silvicultură, construcţii hidrotehnice etc.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Noţiunile de *ponderare şi regularitate* care sunt noţiuni bine definite se impun a fi precizate.

Ponderarea constă într-un ecart mic între apele mari şi apele mici, fie la valori medii lunare, fie la valori extreme (etiaj, viituri).

Regularitatea este revenirea periodică, ciclică, cu aceleaşi forme de manifestare, fără mari diferenţe de la o secvenţă la alta. Astfel, râurile de tip glaciar sunt regulate dar nu ponderate, râurile mediteraneene pluviale sunt de asemenea regulate dar nu ponderate.

3.4.1.1. FACTORII CLIMATICI

Aceştia sunt determinanţi în procesul scurgerii apei prin *precipitaţii şi evaporaţie* care prin combinare determină nivelul scurgerii lichide. Raportul dintre precipitaţii, evaporaţie şi scurgere dă configuraţia bilanţului hidrologic al râului.

În analizele hidrologice se manifestă uneori tendinţa de a neglija evaporaţia, care de fapt este, în anumite cazuri, capitală. Astfel, variaţia sezonieră a scurgerii apei poate fi inversată prin raportul dintre precipitaţii şi evaporaţie. Râul Sena la Paris prezintă un maxim în sezonul rece chiar dacă cea mai mare parte a bazinului său din amunte este bine udat (plouat) în sezonul cald, de vară.

Pe de altă parte, temperatura scăzută poate stoca apa în stare solidă (zăpadă) pentru o perioadă mai mult sau mai puţin lungă şi s-o restituie odată cu ridicarea temperaturii aerului.

Este deci important să se precizeze combinaţiile dintre temperatură şi precipitaţii în relaţie cu scurgerea, mai exact cu *deficitul de scurgere (de umiditate)*, care este de fapt fracţiunea (procentul) din apa căzută pe un teritoriu şi care nu intră în râuri.

Au fost emise (propuse) multe formule pentru estimarea acestui deficit de umiditate în diferite bazine hidrografice ale globului.

Din analiza acestora a rezultat o abacă construită de hidrologul german W. Wundt (1953) modificată parţial de M. Pardé (1954) prin care se poate

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

determina deficitul de umiditate în funcţie de precipitaţii şi temperatură (Fig. 3.40.).

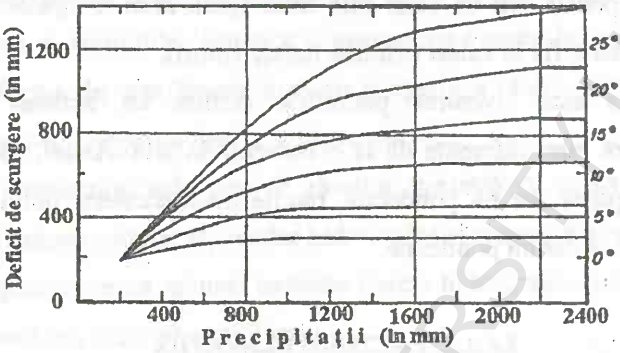


Fig. 3.40 Abaca deficitului de scurgere pentru diferite temperaturi medii (după Wundt şi Parde)

Din analiza acestei abace se constată că pentru o temperatură de 15^0, precipitaţii de 400 mm, deficitul de umiditate este de 380 mm iar scurgerea de 20 mm. Pe măsură ce cresc precipitaţiile creşte şi deficitul, la început în valori absolute, iar apoi deşi precipitaţiile cresc, deficitul se stabilizează realizându-se un *deficit plafon* care corespunde potenţialului de evaporaţie al atmosferei care este în funcţie de temperatură. Dincolo de această limită a precipitaţiilor, precipitaţiile suplimentare se scurg fără a se mai produce o creştere a deficitului.

Câteva concluzii şi exemplificări prin folosirea acestei abace:

- în Europa Occidentală şi Meridională care primeşte mai puţin de 800 mm precipitaţii, deficitul este mare;
- în zona tropicală pentru temperatura de 20^0 - 25^0 deficitul este foarte mare;
- în Camerun, Hawai, Assam unde cad 5000 - 6000 mm/an precipitaţii, scurgerea este mult superioară evaporaţiei.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În prezent termenul de deficit de scurgere este frecvent preferat în locul coeficientului scurgerii care este raportul dintre precipitaţiile scurse (Y) şi precipitaţiile căzute (X) (K = X / Y).

Un aspect foarte important este că acolo unde nu dispunem de observaţii hidrologice precise, dar există date destul de bune privind temperatura şi precipitaţiile, se pot utiliza cu ajutorul abacei şi determina deficitul de scurgere, respectiv scurgerea lichidă însăşi.

În afara regiunilor intertropicale unde amplitudinea termică anuală este mică, evaporaţia variază mult în funcţie de sezon. Astfel, în zonele temperate continentale, evaporaţia este mult mai ridicată vara decât iarna.

În regiunile unde condiţiile termice determină formarea gheţii, râurile care se alimentează din topirea gheţii vor avea scurgerea reglată de către temperatură şi nu de precipitaţii. În aceste regiuni precipitaţiile au un rol raportat la o perioadă de timp lungă, când se acumulează zăpada şi se formează gheaţa.

Un exemplu se poate da în situaţia de început de secol XX de când a început să se încălzească clima iar râurile de pe marginile nordice ale Oceanului Atlantic care se alimentează din gheţari înregistrează o creştere a scurgerii lichide, în timp ce regimul pluvial este în scădere.

Se poate vorbi în aceste condiţii de o *capitalizare durabilă a precipitaţiilor în gheţari.*

Zăpada constituie şi ea un mijloc de capitalizare a precipitaţiilor dar de scurtă durată-sezonier, deoarece acumularea ei de la un an la altul duce la formarea firn-ului (névé) şi apoi a gheţarului. Şi în acest caz scurgerea este reglată în timp de temperatură.

Înzăpezirea sezonieră care cuprinde o suprafaţă importantă din bazin are, de asemenea, un rol apreciabil în procesul scurgerii.

În regiunile polare, unde predomină *inlandsisul* (masele de gheaţă), atât scurgerea cât şi arterele hidrografice sunt nesemnificative.

O altă cale (metodă) de a aprecia dacă o anumită regiune geografică este bogată sau săracă în resurse de apă de suprafaţă, respectiv valoarea scurgerii

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

lichide superficiale este şi cea a *indicelui de ariditate (K).* Este cunoscut în acest sens indicele de ariditate Emm de Martonne

$$(K = \frac{P}{T + 10}). \qquad (3.71)$$

unde:

P este suma precipitaţiilor (anuale, multianuale);

T - temperatura medie a aerului (anuală, multianuală).

Prin acest indice se apreciază dacă la o anumită cantitate de precipitaţii şi la o anumită temperatură se poate forma sau nu, o reţea hidrografică activă.

În ţara noastră încă din 1958 (I. Ujvari, P. Gâştescu) au calculat şi elaborat harta indicelui de ariditate ca raport dintre precipitaţii şi evaporaţie ($K_a = P/E$).

Pe baza acestui indice s-au delimitat pe teritoriul României două zone de umiditate şi anume:

- zona umidităţii excedentare în care $K_a > 1$ corespunzând, îndeosebi, zonei muntoase;

- zona umidităţii deficitare în care $K_a < 1$ corespunzând dealurilor de podiş, câmpiilor.

Deoarece trasarea valorii lui K în teritoriu presupune un anumit grad de relativitate, este recomandabil ca valoarea 1 a acestuia să nu fie absolutizată. Datorită acestui motiv se poate individualiza între cele două zone, una intermediară (K = 0,8 - 1,25) numită *zona umidităţii moderate*, care se axează pe dealurile subcarpatice, Podişul Sucevei, Podişul Bârladului, Podişul Getic, Podişul Transilvaniei şi Dealurile Vestice).

Componenta precipitaţii din raportul $P/E = K_a$ reprezintă precipitaţiile căzute în cursul unui an pe suprafaţa unui bazin hidrografic şi care se înregistrează, se calculează şi se transpune cartografic conform metodelor cunoscute în meteorologie.

Componenta evaporaţie reprezintă cantitatea de apă ce se evaporă de pe suprafaţa activă (sol, vegetaţie, lacuri, mlaştini, râuri şi mări), în cursul unui an. Evaporaţia de la suprafaţa uscatului se mai numeşte şi evapotranspiraţie, spre

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

deosebire de cea de la suprafaţa apei pentru care se menţine termenul de evaporaţie.

3.4.1.2. FACTORII OROGRAFICI ŞI MORFOLOGICI

Se poate spune că relieful condiţionează chiar de la început factorii climatici. Altitudinea reliefului determină, în principiu, creşterea precipitaţiilor odată cu creşterea înălţimilor, la început precipitaţii lichide, apoi sub formă de zăpadă care la înălţimi foarte mari se transformă în gheţari. Tot odată cu înălţimea trebuie luată în considerare expoziţia versanţilor şi înclinarea acestora. Un rol important în scurgerea efectivă de albie îl joacă şi configuraţia văii (defilee, chei, depresiuni, albii majore - inundabile).

3.4.1.3. FACTORII LITOLOGICI

Constituţia geologică influenţează, în primul rând, prin gradul de permeabilitate sau caracterul impermeabil al rocilor care permit sau nu infiltrarea apelor căzute pe suprafaţa bazinului hidrologic (precipitaţii) şi formarea orizonturilor de apă freatice (ape subterane).

Un rol important în configuraţia reţelei hidrografice, respectiv a scurgerii, îl au rocile calcaroase.

Calcarele prin particularitatea lor de a permite infiltrarea prin fisuri şi goluri carstice a unui volum important de apă contribuie la ponderea scurgerii într-un bazin hidrografic. Circulaţia subterană a apelor în calcare reduce evaporaţia şi dă o constanţă debitului scurs, după ieşirea apei la suprafaţă, în albie. Sunt multe exemple în acest sens: calcarele din Apeninii Centrali şi Sudici, din Orientul Apropiat, au izvoare cu debite mari şi constante chiar şi în perioadele secetoase de vară. Nera, un afluent al Tibrului, are valorile medii lunare extreme foarte apropiate (22,6 - 32,0 m^3/s la localitatea Torre Orsina pentru perioada 1936 - 1950). Khabour, afluent al Eufratului, are un debit mediu de 35 m^3/s iar cel maxim anual 40 m^3/s.

Acelaşi rol de ponderare a scurgerii îl au bazaltele, gresiile şi nisipurile.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Influenţa bazaltelor în sensul ponderării se remarcă la afluentul lui MacKenzie numit Columbia din statul Oregon - SUA, la care în 32 ani de observaţii debitul n-a scăzut sub 51% în raport cu debitul mediu. Acelaşi aspect se remarcă şi la râurile din Islanda.

Influenţa gresiilor se remarcă şi la râurile Lobaye şi Djoune afluenţi ai lui Oubangui din Congo - Brazzaville şi Africa Centrală. În acest caz gresia de Karroo şi nisipurile rezultate din dezagregarea acesteia formează un adevărat burete care ponderează debitele medii extreme lunare care se înscriu între 105 m^3/s în septembrie şi 146 m^3/s în mai.

Rocile cristaline şi cele impermeabile, în general, n-au rol de ponderare a scurgerii, acest proces reflectând fidel regimul precipitaţiilor.

3.4.1.4. FACTORII BIOGEOGRAFICI

Vegetaţia şi, în deosebi, pădurea de conifere, joacă un rol important în reducerea, cu deosebire, în timpul iernii (noiembrie - aprilie în plantaţiile din Statul New York - SUA), deoarece interceptează ploaia şi zăpada. Acest fapt determină mărimea evapotranspiraţiei şi infiltraţiei în subteran.

Despăduririle au ca efect mărirea scurgerii şi formarea viiturilor în timpul ploilor torenţiale.

3.4.1.5. FACTORUL ANTROPIC

Întregul ansamblu de activităţi modifică procesul scurgerii prin modul de utilizare a terenurilor şi prelucrarea solurilor, desecarea zonelor inundabile, îndiguirea albiilor, combaterea eroziunii, a alunecărilor, construirea de baraje şi lacuri de acumulare etc.

3.4.2. SURSELE DE ALIMENTARE ALE RÂURILOR

Procesul prin care apa dintr-un bazin hidrografic se adună şi se deplasează prin reţeaua de rigole, ogaşe, torenţi, vâlcele şi văi (angrenajul morfo-hidrografic) se numeşte *scurgerea lichidă de suprafaţă.*

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Sursele de alimentare din care se formează cursul de apă sunt: apele de şiroire, izvoarele, apele subterane, lacurile, mlaştinile, zăpezile, gheţarii şi, în deosebi, precipitaţiile lichide (ploile). Aceste surse se grupează în surse superficiale şi surse subterane.

3.4.2.1. SURSELE SUPERFICIALE

Acestea sunt constituite din ploi, zăpezi, gheţari, lacuri şi mlaştini.

Alimentarea din ploi predomină în zonele geografice ecuatorială, tropicală şi, în bună parte, în cea temperată.

Alimentarea din zăpezi se face în zona temperată (în timpul iernii şi la mari înălţimi), în zona subpolară.

Alimentarea din gheţari se face, cu precădere, în zonele polare şi la mari înălţimi în zona temperată.

În regiunile bogate în lacuri, îşi au izvoarele importante râuri (Sfântul Laurenţiu, Nilul, Angara afluent important al Eniseiului).

3.4.2.2. SURSELE SUBTERANE

Reprezentate prin apele freatice şi de adâncime, cele freatice au rolul cel mai important în alimentarea subterană în perioadele de iarnă şi de secetă.

Există o relaţie strânsă reversibilă între albiile râurilor şi apele freatice din lunci (Fig. 3.41., 3.42.).

Alimentarea râurilor de apele subterane de adâncime are loc în condiţiile carstice (apariţia apelor din rezervele subterane carstice), a existenţei faliilor şi grabenelor cu descărcare de ape.

De regulă, alimentarea subterană ocupă o pondere de 30 - 35 % din cadrul surselor de alimentare şi se remarcă, cu deosebire, în perioada apelor mici de vară - toamnă şi iarna.

La râurile care se alimentează din carst, ponderea acestei surse poate să ajungă până la 90 % şi cu totul excepţional, la 100 %.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

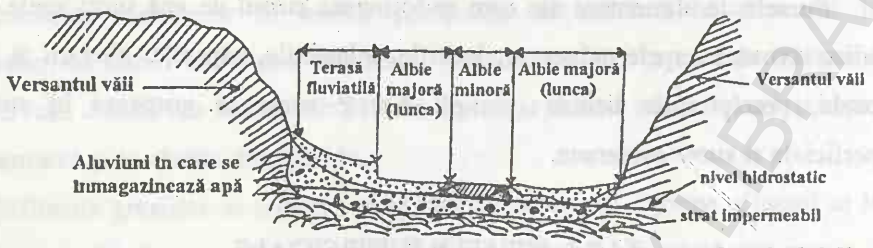


Fig. 3.41 Relaţia dintre apa râului şi orizontul freatic - alimentarea freaticului din râu

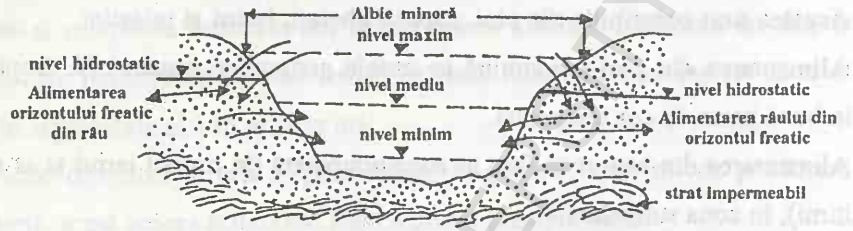


Fig. 3.42 Relaţia dintre apa râului şi orizontul freatic în funcţie de nivelul apei din râu

3.4.2.3. DETERMINAREA SURSELOR DE ALIMENTARE

În mod curent se foloseşte metoda secţionării hidrografului caracteristic prin separarea surselor de alimentare pe baza datelor existente la un post hidrometric - măsurători de debite, precipitaţii şi strat de zăpadă.

Prima operaţie constă în întocmirea hidrografului caracteristic pe baza debitelor medii zilnice. Pe acest hidrograf caracteristic, în condiţiile climatice ale României, se fixează valoarea minimă de iarnă şi similar cea de vară. Prin unirea celor două repere se obţine o dreaptă care separă la partea inferioară domeniul alimentării subterane (Fig. 3.43.).

În continuare, cunoscând grosimea stratului de zăpadă din bazinul hidrografic şi perioada de topire se separă, spre exemplu lunile martie, aprilie, mai de pe diagrama de variaţie de lunile de vară-toamnă care le considerăm că aparţin domeniului alimentării pluviale.

Astfel, se obţin pe hidrograful caracteristic trei domenii de alimentare - subterană, din zăpezi (prin topire) şi din ploi. Evident că sunt şi mai multe

momente de interferență a surselor de alimentare: subteran - zăpezi, subteran - pluvial, acestea numindu-se alimentări mixte.

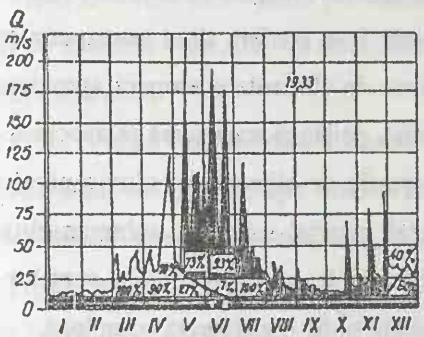


Fig. 3.43 Separarea surselor de alimentare pe hidrograful debitelor zilnice (după I. Ujvari)

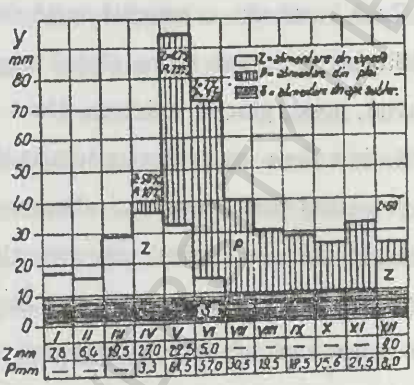


Fig. 3.44 Diagrama scurgerii medii lunare cu separarea surselor de alimentare (după I. Ujvari)

Prin transformarea cantităților apreciate pe hidrograf în mm (strat scurs în mm) se poate construi diagrama scurgerii medii lunare pe surse de alimentare (Fig. 3.44.).

3.4.2.4. TIPURI DE RÂURI DUPĂ SURSELE DE ALIMENTARE

Dacă se analizează regimul de scurgere al fiecărui râu, în timpul unui an, se poate constata cu ușurință variația cantității de apă și modul de manifestare a acestuia de la un anotimp la altul, în funcție de condițiile climatice ale zonelor geografice în care se găsește sau prin care trece.

Se poate preciza că regimul de scurgere al râului este reglat de climă. Geograful rus A. I. Voeicov (1842 - 1916) în lucrarea sa "Climatele globului pământesc, cu privire specială asupra Rusiei", publicată în 1884, preciza că "râurile sunt un produs al climei".

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În funcţie de zona geografică în care se găseşte un râu sau un bazin hidrografic, diferă şi modul de alimentare al acestuia (din ploi, zăpezi, gheţari şi ape subterane) după care se fac şi o serie de clasificări.

Dacă la un râu, o anumită sursă de alimentare depăşeşte 80% din volumul mediu anual de apă scurs, râului respectiv i se conferă tipul corespunzător - pluvial, nival, glacial, subteran. Dacă sursa de alimentare acoperă aproximativ 50% din volum sau depăşeşte această limită, pe lângă acea sursă se asociază cea cu procentul mai apropiat şi obţinem tipurile de alimentare: pluvio-nival sau nivo-pluvial, glacio-nival sau nivo-glacial, pluvial-subteran, subteran-pluvial, nivo-subteran, subteran-nival etc. În situaţia în care procentele surselor de alimentare sunt sub 50%, alimentarea trebuie să fie considerată complexă.

Aceeaşi metodologie s-a adoptat şi în ceea ce priveşte repartiţia sezonieră a debitului de apă scurs (râu cu scurgere de iarnă, primăvară, vară sau toamnă; ori în sezonul umed sau uscat când volumul de apă este peste 80% etc.).

Pe baza surselor de alimentare şi a distribuţiei volumului de apă în cursul anului, geograful rus M. I. Lvovici a identificat în lucrarea sa "Elementele regimului hidrologic pe globul pământesc" (1945), 38 de grupe ale regimului râurilor incluse în 11 tipuri principale, după cum urmează:

Tipul Amazon cu alimentare, aproape exclusiv, din ploi, volum mare de apă tot timpul anului, dar evidenţiindu-se un maxim în lunile mai - iunie. Alte râuri similare sunt - Rio Negro, Nilul Albastru, Congo dar cu uşoare nuanţări.

Tipul Niger cu alimentare din ploi, ape mari în septembrie şi ape mici în mai. Alte râuri din acest tip - Lualaba, Nil.

Tipul Mekong, alimentare exclusivă din ploi (cu excepţia sectorului superior din Podişul Tibet), ape mari în lunile august - septembrie, ape mici în aprilie. Alte râuri - Madeira în cursul superior, Maranon, Paraguay, Parana etc.

Tipul Amur cu alimentare predominant din ploi, ape mari vara determinate de musoni şi ape mici iarna. Alte râuri - Vitim, Iana.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tipul mediteranean cu alimentare, aproape exclusiv, din ploi, ape mari iarna şi ape foarte mici vara. În acest tip intră, de regulă, râuri mici ca Agri în Italia, Fulmendosa în Sardinia, Cheliff în Algeria, Alma în Crimeea etc.

Tipul Odra cu alimentare, predominant, din ploi, ape mari primăvara şi ape mici la sfârşitul verii, dar cu mici diferenţe între aceste faze (Odra, Pad, Tisa, Ebru, Ohio etc.).

Tipul Volga care reflectă climatul temperat - continental, are o alimentare predominant din zăpezi, ape mari primăvara - vara (aprilie - iunie), ape mici vara şi iarna. Alte râuri - Don, Ural, Tobol, oarecum şi Mississippi.

Tipul Yukon cu alimentare, predominant, din zăpezi, ape mari vara şi ape mici iarna. Alte râuri - Athabaska, Viliui, Indighirka, Kolîma etc.

Tipul caucazian cu alimentare, predominant sau în jur de 50% din topirea gheţarilor, ape mari vara şi mici iarna (Kuban, Terek, Inn, Aar etc.).

Tipul groenlandez cu alimentare, exclusiv, din topirea gheţarilor, cu scurgere de scurtă durată vara (râuri mici la marginea calotelor glaciare).

Tipul Loa cu alimentare, aproape exclusiv, din subteran, cu scurgere uniformă în tot timpul anului. Tipic este râul Loa din nordul Statului Chile - America de Sud, Ciu din Kazahstan.

Menţionăm faptul că sunt foarte puţine sisteme fluviatile mari care să se încadreze într-un singur tip de regim hidrologic deoarece acestea traversează mai multe zone climatice. Astfel, amintim Mississippi cu orientare nord-sud, Nilul cu orientare sud-nord, râurile Obi, Enisei, Lena.

Spre deosebire de râurile cu orientare meridiană (longitudinală), cele cu orientare latitudinală au şanse mai mari de a fi unitare sub aspectul tipului de regim (Amazon, Niger, Amur, într-o oarecare măsură Dunărea).

În România au existat lucrări care au analizat sursele de alimentare ale râurilor pe baza cărora s-au stabilit tipurile de regim încă din 1957 - 1958 (D. Lăzărescu şi I. Panait 1957, I. Ujvari în 1958).

În acest sens s-au stabilit 4 tipuri de alimentare ale râurilor din România, tipuri care se menţin, ca valoare ştiinţifică şi în zilele noastre:

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- nival-moderat şi alimentare moderată (Zp - s) caracteristic râurilor cu alimentare din topirea zăpezilor din zona muntoasă înaltă (Retezat, Făgăraş, Bucegi, Rodna);

- nivo-pluvial şi alimentare subterană moderată (zp - s) care este destul de răspândit în zona muntoasă de altitudine mijlocie, în cea de dealuri şi câmpie (Olt, Mureş şi alte râuri mai mici);

- pluvio-nival şi alimentare subterană moderată (pz - s), cuprinde cea mai mare parte a râurilor din România din regiunile muntoase până la 1600 m altitudine şi cele de dealuri;

- nivo-pluvial şi alimentare subterană bogată (zp - S) aparţine râurilor din cursul superior al Oltului (depresiunile Ciucurilor, Braşovului) şi Mureşului (depresiunea Gheorghieni).

3.4.3. NIVELURILE APEI ÎN RÂURI

Nivelul este poziţia suprafeţei libere a apei râului raportată la un plan fix. Nivelul apei depinde de mai mulţi factori printre care menţionăm: cantitatea de apă care se scurge prin râu, acţiunea de eroziune şi aluvionare a albiei, formarea podului de gheaţă, acţiunea vântului.

3.4.3.1. FACTORII CARE INFLUENŢEAZĂ NIVELUL APEI

Vântul influenţează nivelul apei prin ridicare sau coborâre atunci când acesta coincide cu sensul de curgere a apei.

Eroziunea şi aluvionarea modifică panta talvegului, viteza de curgere a apei şi deci nivelul apei.

Rugozitatea albiei modifică, de asemenea, nivelul. Astfel, dacă albia este invadată de sălcii, plante de apă, rugozitatea creşte, scade viteza apei şi produce o creştere a nivelului.

Formarea zăpoarelor determină pentru scurt timp creşterea nivelului apei în amunte, uneori de ordinul a 2 - 3 m.

Cutremurele pot produce modificări în regimul nivelurilor.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Diferite lucrări executate de om în albie ca: baraje pentru crearea lacurilor de acumulare, prize de apă pentru irigații și în alte scopuri, îngustări ale albiei prin îndiguire, adâncirea albiei minore prin dragare, construirea de poduri etc.

Prin regimul nivelurilor se înțelege modul de variație în cursul unei perioade date de timp analizat pe baza observațiilor făcute la mira hidrometrică sau alte instalații de măsurare.

3.4.3.2. MIRELE HIDROMETRICE, LIMNIGRAFELE, TELELIMNIGRAFELE

Mirele hidrometrice cele mai simple instalații sunt alcătuite din plăci metalice a 50 cm care se montează pe piloni de lemn special construiți sau pe picioarele (pilele) podurilor. Mirele pot fi verticale și în scară, sau mire înclinate (30^0 sau 45^0). În afară de mire, sau în paralel, se fac observații de nivel și cu limnigrafele.

Limnigraful este alcătuit din următoarele piese: un flotor care este în balans cu o contragreutate legate printr-un cablu; un tambur pe care se înfășoară banda de hârtie gradată, un sistem de ceasornic care mișcă tamburul, cabina în care este adăpostit tot angrenajul (Fig. 3.45.).

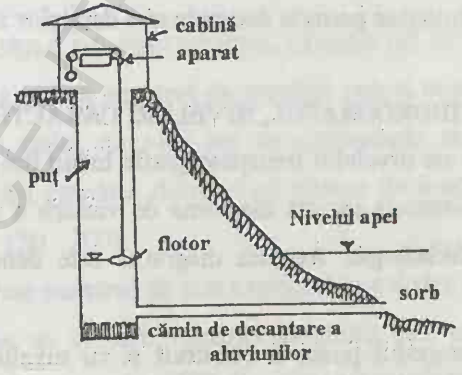


Fig. 3.45 Secțiunea construcției limnigrafului

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tamburul cu sistemul de ceasornic poate fi proiectat pentru 24 de ore sau o săptămână, perioadă la care trebuie schimbată diagrama cu înregistrarea variației nivelului.

Dacă observațiile de la nivel la mină se fac de regulă de două ori pe zi (orele 7^{00} și 17^{00}) cu excepția viiturilor, când se fac din oră în oră sau la 2,3, sau 4, limnigrafele oferă curba de variație a nivelului pentru orice moment din zi și din noapte.

Instalații mai moderne - telelimnimetre și telelimnigrafe.

Telelimnimetrul se compune din - organul de sesizare, traductorul valorilor măsurate, organul de transmisie, canalul de legătură, organul de recepție, traductorul impulsurilor electrice, organul de citire, sursa de alimentare. În țară la noi s-a experimentat un prototip (S. Harabagiu) care transmitea prin radio sau fir, cifrele înscrise pe banda de înregistrare compuse din cm, dm, m și la orele fixate prin program. Precizia de citire era de ±0,5 cm pentru o amplitudine de 10 cm, iar cea de transmitere de ± 1 s la aceeași amplitudine.

În practica hidrometrică nivelul apei la un post hidrometric este rezultatul mediu pe o zi, pe o lună, pe sezon și pe an.

Existența valorilor de nivel zilnice prin corelare cu debitele măsurate cu ajutorul cheii limnimetrice permite determinarea debitelor zilnice.

3.4.3.3. HIDROGRAFUL, NIVELURI CARACTERISTICE

Valorile zilnice ale nivelului transpuse grafic luând timpul (T) pe abscisă și înălțimea (H) pe ordonată rezultă diagrama de variație a nivelurilor pe un an calendaristic sau hidrologic. Această diagramă este denumită în hidrologie hidrograf.

Evident că hidrograful poate fi construit și cu niveluri medii lunare sau medii anuale pentru perioade mai lungi de timp.

Din prelucrarea nivelurilor și a hidrografului se pot stabili nivelurile caracteristice și anume: nivelul maxim anual, nivelul minim anual, nivelul

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

maxim al viiturii de toamnă, nivelul de formare a podului de gheață, nivelul minim de iarnă, nivelul dezgheţului, nivelul provocat de zăpor etc. (Fig. 3.46.).

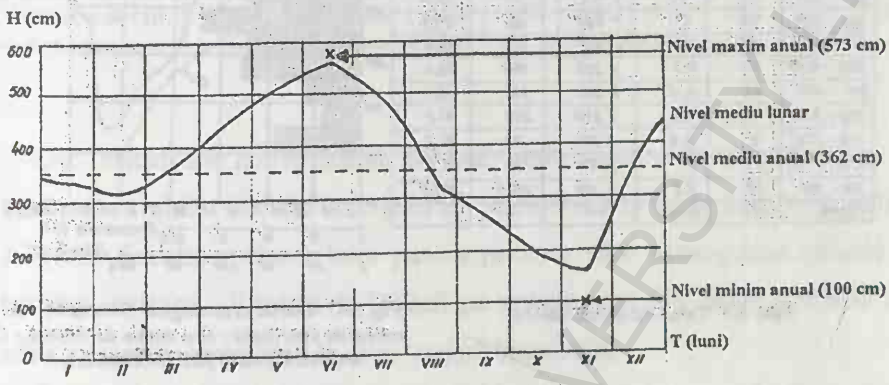


Fig. 3.46 Hidrograful nivelelor caracteristice

În afară de nivelurile caracteristice, din şirul de observaţii se mai calculează frecvenţa şi durata nivelurilor.

3.4.3.4. CURBA DE FRECVENŢĂ, CURBA DE DURATĂ

Curba de frecvenţă indică numărul de niveluri (adică numărul de zile) sau procentul de niveluri (zile) dintr-un an, ce corespunde anumitor trepte de niveluri (adică 20% din numărul de niveluri zilnice dintr-un an se găsesc în intervalul de nivel de 150 - 200).

Curba de durată arată numărul de zile exprimat în valoare absolută sau în % din numărul total din an în care valoarea nivelului este mai mare decât o anumită valoare dată. De exemplu, 20% din numărul nivelurilor dintr-un an au valoarea mai mare de 100 cm (Fig. 3.47., Tab. 3.3.)

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Intervale de nivele	Frecvenţa		Trepte de nivele	Durata	
	Număr de cazuri	%		Număr de cazuri	%
550 - 600	29	7.9	> 550	29	7.9
500 - 550	42	11.5	> 500	71	19.4
450 - 500	30	8.2	> 450	101	27.6
400 - 450	42	11.5	> 400	143	39.1
350 - 400	63	17.3	> 350	206	56.4
300 - 350	46	12.6	> 300	252	69.0
250 - 300	47	12.9	> 250	299	81.9
200 - 250	21	5.8	> 200	320	87.7
150 - 200	15	4.1	> 150	335	91.8
100 - 150	30	8.2	> 100	365	100.0
TOTAL	365	100.0	—	—	

Tab. 3.3 Tabel cu nivele zilnice

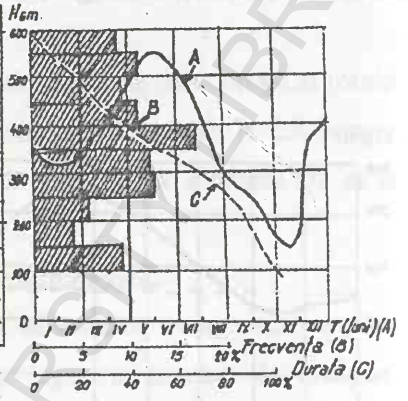


Fig. 3.47 Curba cronologică (hidrograf) - A, curba de frecvenţă - B şi curba de durată - C a nivelelor unui post hidrometric

3.4.3.5. HIDROGRADUL

O noţiune folosită mai puţin în hidrologie. De regulă este folosită în navigaţia fluvială pentru indicarea nivelurilor şi oportunitatea efectuării transportului în perioadele cu ape mici de vară-toamnă şi pentru inundaţii.

Hidrogradul reprezintă a zecea parte din amplitudinea nivelurilor (între nivelul minim şi maxim pe o perioadă lungă de timp). Calcularea valorii hidrogradului este valabilă într-o secţiune (post hidrometric). Valoarea hidrogradului variază în profil longitudinal în funcţie de amplitudinea nivelurilor la diferite posturi hidrometrice.

Relaţia de determinare a hidrogradului este:

$$Hg = (H_{max} - H_{min}) / 10 = (600 - 60) / 10 = 54\ cm\ . \qquad (3.72)$$

unde:

H_{max} este nivelul maxim;

H_{min} - nivel minim

Din definirea hidrogradului rezultă că vom avea 10 hidrograde în fiecare secţiune (de la 1 Hg la 10 Hg) (Tab. 3.4.).

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 3.4

Valorile hidrogradelor

Hidrogradul	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valoarea în cm	114	168	222	275	330	384	438	492	546	600

Din calcularea hidrogradelor în mai multe puncte în lungul râului şi corelarea nivelului fiecărui hidrograd cu cotele absolute de pe harta topografică se poate face interpolarea între puncte pe baza unor nomograme (abace) şi trasarea acestora sub formă de izolinii pe ambele părţi ale râului începând din albia minoră şi continuând în albia majoră inundabilă.

În acest fel dispunem de o hartă a hidrogradelor care serveşte la navigaţie în perimetrul albiei minore şi la calcularea suprafeţelor inundate la dferite hidrograde, în albia majoră.

Se înţelege de la sine că hidrogradele 1 - 3 reprezintă ape mici şi medii şi peste acestea, ape mari. Evident că hidrogradele 8 - 10 reprezintă ape foarte mari şi catastrofale.

La noi în ţară s-au folosit mult hidrogradele pe Dunăre. Mai mult, în harta Deltei Dunării la scara 1: 50.000 elaborată de ing. Gh. Vidraşcu şi publicată în 1911 hipsometria este dată în hidrograde.

3.4.3.6. NIVELURI CORESPONDENTE (CORESPUNZĂTOARE)

După cum se ştie în lungul unui râu sunt instalate mai multe mire hidrometrice pentru măsurarea nivelurilor. Prin întocmirea hidrografelor nivelurilor la aceste posturi şi analizarea alurei acestora se remarcă unele asemănări în ceea ce priveşte nivelul maxim, nivelul minim, forma diagramei în perioada de primăvară cu ape mari şi invers. Dacă se aleg punctele caracteristice (H_1, H_2 ... H_n de pe un hidrograf şi H'_1, H'_2 ... H'_n de pe alt hidrograf sau de pe

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

mai multe hidrografe) se pot construi graficele de corelaţie între cele două puncte.

Graficele de corelaţie a nivelurilor corespondente sunt folosite pentru completarea unor date care lipsesc la unul din posturile hidrometrice, la verificarea unor valori care nu prezintă încredere şi pentru prognoza transmiterii unor niveluri la ape mari.

3.4.4. SCURGEREA MEDIE

3.4.4.1. PARAMETRI CARACTRISTICI

Scurgerea medie a apei dintr-n bazin hidrografic s-au dintr-o anumită regiune geografică reprezintă resursa de apă (bogăţia de apă) a acestor entităţi terotoriale, raportată la o perioadă cât mai mare de timp.

Acest important parametru hidrologic se determină ca valoarea medie aritmetică a debitelor zilnice, lunare sau anuale. Valoarea medie pe o perioadă îndelungată de ani reazultată din media aritmetică a valorilor medii anuale se numeşte **debit mediu multianual** sau **modulul debitului** sau **normala debitului** (perioadă de minim 30 de ani).

Această valoare medie trebuie să fie cât mai stabilă pentru unitatea teritorială analizată şi în condiţiile geografice respective.

Perioada de ani necesară pentru obţinerea unei valori a scurgerii medii cu o anumită precizie (valabilitate) este în funcţie de variabilitatea sau uniformitatea şirului de valori luat în calcul. În acest sens se poate aprecia că pentru aceeaşi precizie a valorii medii multianuale la Dunăre sunt necesari mai puţini ani în comparaţie cu Siretul şi acesta din urmă mai puţin faţă de Bârlad.

În vederea precizării numărului de ani care trebuie să fie luaţi în calcul pentru a avea o valoare medie a debitului de apă cu o mică abatere se procedează la analiza şirului de debite medii anuale după procedeul care se detaliază în cele ce urmează (Fig. 3.48, Tab. 3.5):

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

* se ordonează şirul de date de la postul hidrometric analizat de la ultima valoare (cea mai recentă) către cea mai îndepărtată (eventual de când au început observaţiile la postul hidrometric respectiv);

* cu excepţia valorii debitului recent (din capul şirului) care rămâne cu valoarea măsurată, în continuare se mediază succesiv pe anii 1986 - 1985, 1986 - 1984, 1986 - 1983, 1986 - 1982, 1986 - 1981, 1986 - 1980, ş.a.m.d., conform tabelului anexat;

* se întocmeşte un grafic de variaţie cu valorile mediate pe perioada 1986 - 1962;

* de pe acest grafic se poate observa tendinţa mediei şirului care în cazul dat se situează la 59,5 m^3/s;

Tabelul 3.5

Debite de apă medii multianuale pe perioade având ca an de capăt iniţial 1986 şi ca ani de capăt finali anii 1985, 1984, 1962

Anii	Q_{an} m^3/s	Faţă de 1986 ca an de capăt iniţial		Ani	Q m^3/s	Faţă de 1986 ca an de capăt iniţial	
		ΣQ_{an} m^3/s	Q m^3/s			ΣQ_{an} m^3/s	Q m^3/s
1986	63,2	63,2		1973	58,3	821,4	58,7
1985	45,1	108,3	54,1	1972	75,7	897,1	59,8
1984	70,8	179,1	59,7	1971	53,0	950,1	59,4
1983	60,1	239,2	59,8	1970	38,2	988,3	58,1
1982	80,8	320,0	64,0	1969	60,9	1049,2	58,3
1981	62,0	382,0	63,7	1968	55,0	1104,2	58,1
1980	53,7	435,7	62,2	1967	44,8	1149,0	57,4
1979	70,2	505,9	63,2	1966	73,4	1222,4	58,2
1978	53,2	558,2	62,0	1965	88,3	1310,7	59,6
1977	65,6	623,8	62,4	1964	55,1	1365,8	59,4
1976	49,3	673,1	61,2	1963	64,5	1430,3	59,6
1975	47,1	720,2	60,0	1962	67,8	1498,1	59,9
1974	42,9	763,1	58,7	-	-	-	-

BCU CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

* pentru o precizie de ±5%, corespunde oricare şir cuprins între 1986 şi 1974 - 1962, cel mai scurt şir care asigură mediei multianuale o precizie de ±5% este intervalul 1986 - 1974;

* în situaţia şirurilor de valori cu o variaţie mai mare în timp, exemplu râuri mai mici, şi pentru a obţine aceeaşi precizie de ±5% sunt necesari mai mulţi ani;

* în practică, perioadele cu şiruri de observaţie limitată şi variabile nu oferă posibilitatea aplicării acestor procedee şi ne mulţumim cu calcularea valorii medii cu datale existente.

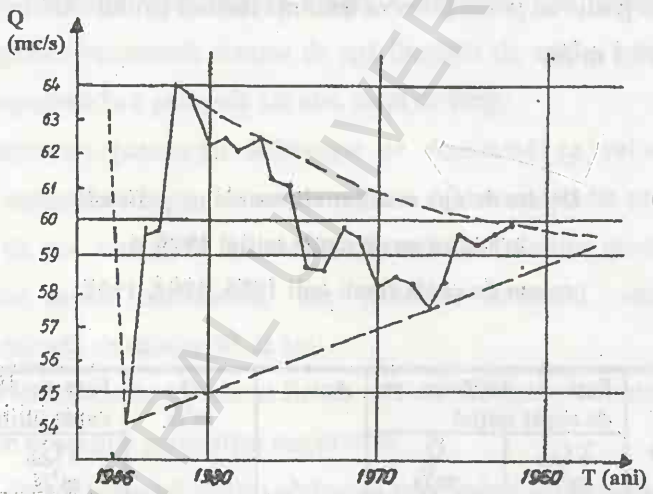


Fig. 3.48 Grafic pentru determinarea perioadei de calcul a scurgerii medii şi evaluarea mediei multianuale

Pentru a avea o imagine teritorială a scurgerii medii, debitele medii calculate pentru fiecare post hidrometric se raportează la suprafaţa aferentă acestora obţinându-se scurgerea medie specifică (q) - exprimată în l/s/km^2 potrivit relaţiei:

$$q = \left(Q_{med} / F\right) \cdot 10^3 \quad . \qquad (3.73)$$

unde:

Q_{med} este debitul mediu multianual în m^3/s

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

F - suprafaţa bazinului de recepţia aferentă postului hidrometric.

Scurgerea medie specifică se mai numeşte şi modulul scurgerii (M_0).

O altă modalitate de exprimare teritorială a surgerii medii (de altfel şi pentru scurgerea maximă sau minimă) este cea a stratului scurgerii (Y), care este grosimea unui strat uniform de apă şi care rezultă din folosirea relaţiei:

$$Y = (W\,10^3)/(F\,10^6) \quad (\text{în } mm) \quad . \qquad (3.74)$$

unde:

W este volumul de apă scurs într-o perioadă de timp şi care se calculează astfel:

$$W = Q\,T \quad . \qquad (3.75)$$

unde:

Q este debitul exprimat în mc/s;

T - perioada de timp luată în considerare(de regulă în an).

Modulul scurgerii se mai poate calcula şi din stratul scurgerii (Y) folosindu-se coeficientul 0,0317 şi deci:

$$M_0 = 0{,}0317\,Y \quad (\text{în } l/s/km^2) \quad . \qquad (3.76)$$

Raportul dintre valoarea scurgerii (debitul) la un moment dat (Q_i) şi scurgerea medie multianală (debitul mediu normal) se numeşte coeficientul modul sau coeficientul de debit (K).

$$K = Q_i / Q = q_i / q = W_i / W = Y_i / Y. \qquad (3.77)$$

Coeficientul modul variază, valorile sale putând fi mai mari sau mai mici decât 1.

Raportul dintre stratul scurgerii (Y în mm) şi precipitaţiile (X) căzute într-o anumită perioadă şi într-un bazin hidrografic se numeşte coeficientul scurgerii şi se calculează potrivit relaţiei:

$$\eta = Y/X \text{ sau } \eta = (10^3\,Q_i\,T)/(10^6\,F\,X) \quad . \qquad (3.78)$$

Valoarea coeficientului scurgerii este întotdeauna subunitară şi poate fi calculată pe perioade diferite (multianual, anual, sezonier şi lunar sau chiar pe perioada unei ploi).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Cu ajutorul coeficientului scurgerii se poate calcula debitul, cunoscând valoarea precipitaţiilor astfel:

$$Q_i = \eta F X / T \qquad (3.79)$$

Coeficientul scurgerii normale (η_0) reprezintă o valoare reală şi se poate determina direct cunoscând precipitaţiile (X) şi scurgerea (Y):

$$Y = \eta_0 X \qquad \eta_0 = Y / X \,. \qquad (3.80)$$

În mod curent hărţile scurgerii medii sunt reprezentate prin stratul de apă scurs (Y în mm) sau prin modulul scurgerii (q în l/s/km^2).

Deoarece valorile Y sau q sunt determinate la posturi hidrometrice, pentru întocmirea hărţii scurgerii medii (trasarea izoliniilor) se face astfel : valoarea de la postul hidrometric se glisează către centrul de grautate al bazinului controlat de acesta potrivit modelului anexat; având un număr suficient de valori, se pot trasa prin interpolare izoliniile respective exprimate în q (l/s/km^2) sau Y (mm/an).

Alt procedeu este acela al corelării valorilor concrete cu altitudinea absolută la posturile hidrometrice. Pe baza corelaţiei cu altitudinea se trasează teritorial izoliniile folosindu-se curbele de nivel de pa hartă (Fig. 3.49, tab. 3.6)

Variaţia cu altitudinea a scurgerii medii în România rezultă din analiza ecuaţiei bilanţului. Pentru teritoriul ţării noastre se evidenţiază mai multe tipuri de legături caracteristice pentru diferite unităţi teritoriale omogene din punct de vedere fizico-geografic.

Corelaţii mai puţin semnificative q_{med} (H_m) sunt în regiunile de câmpie cu energie de relief mică.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 3.6

Date asupra scurgerii medii a apei la staţii hidrometrice dintr-o aceeaşi zonă

Nr. crt.	Suprafaţa bazinului - F (Km^2)	Altitudinea medie a bazinului H (m)	Debitul mediu multianual - Q (mc/s)	Debit specific mediu multianual q ($l/s/Km^2$)
1.	250	1045	3,750	15
2.	240	690	2,160	9
3.	75	675	0,750	10
4.	185	780	2,030	11
5.	70	990	1,050	15
6.	1200	740	12,000	10
7.	110	520	0,750	7
8.	95	580	0,760	8
9.	55	395	0,275	5
10.	80	350	0,400	5

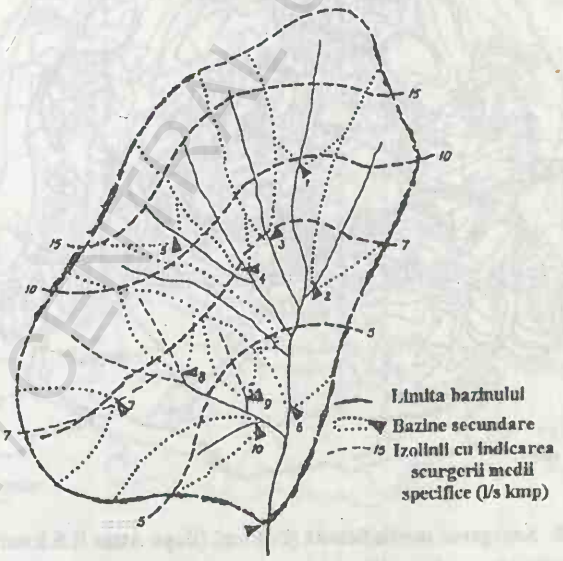


Fig. 3.49 Determinarea scurgerii medii specifice q (l/s.kmp)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Harta scurgerii medii în România, publicată în "Geografia României vol. I - Geografie fizică" (1983) s-a bazat pe 414 staţii hidrometrice cu 8 tipuri de corelaţii care corespund la 8 areale în care scurgerea medie specifică (l/s *km^2) pe lângă creşterea cu altitudinea are o scădere de la vest către est datorită trecerii treptate de la climatul temperat cu influenţă oceanică la cel cu influenţă continentală uşor excesivă. Aşadar, harta scurgerii medii specifice pune în evidenţă zonalitatea verticală (altitudinală) şi accentuarea caracterului continental de la vest către est.

Din analiza hărţii subliniem că valorile cele mai mici (sub 1 l/s km^2) se găsesc în Dobrogea şi Câmpia Română, valorile între 3-5 l / s km^2 în regiunile de deal şi podiş şi cele mai ridicate (20-40 l / s km^2) în regiunea muntoasă, determinate de cantitatea de precipitaţii, în deosebi versanţii munţilor cu expunere vestică (Fig. 3.50)

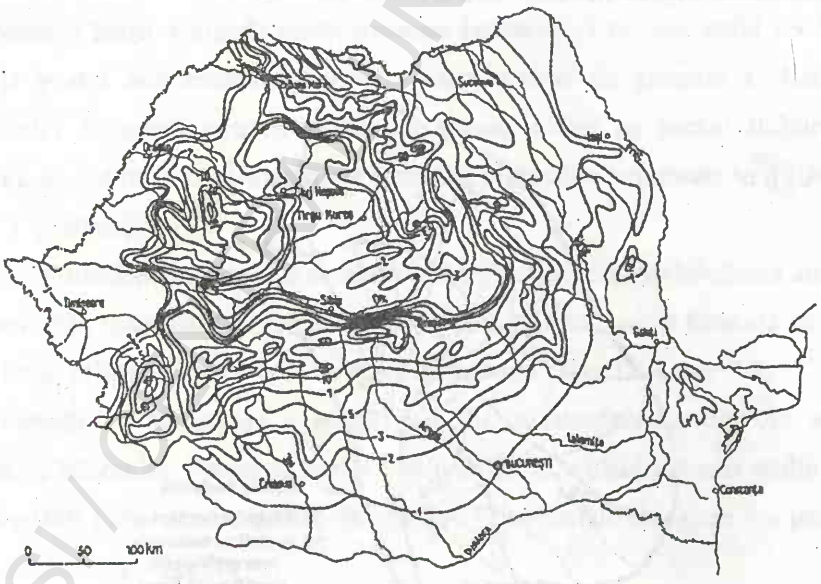


Fig. 3.50 Scurgerea medie lichidă (l/s.kmp) (după Atlas R.S.România, 1974)

În ceea ce priveşte coeficientul de scurgere ca raport între scurgerea medie şi precipitaţiile medii reflectă condiţiile variate fizico-geografice şi evident cele

ale scurgerii medii specifice. Valorile cele mai mari de 0,9 se întâlnesc în munţii înalţi constituiţi din roci impermeabile (eruptive şi metamorfice) cum sunt în Făgăraş şi Retezat. Valorile cele mai mici ale acestui coeficient, sub 0,1 şi chiar sub 0,05 se întâlnesc în Câmpia Română şi Dobrogea.

Pentru întregul teritoriu al României, valoarea medie a coeficientului de scurgere este de 0,18 reprezentând 4,571 l / s km^2 sau 144 mm strat de apă scurs. Acestui strat de apă îi corespunde un debit mediu de 1085 m^3/s.

Repartizate pe principalele trepte de relief resursele de apă (scurgerea medie specifică) se prezintă astfel: 66% provin din Carpaţi, 24% din regiunile de dealuri şi piemonturi şi numai 10 % din regiunile da câmpie (Fig. 3.51).

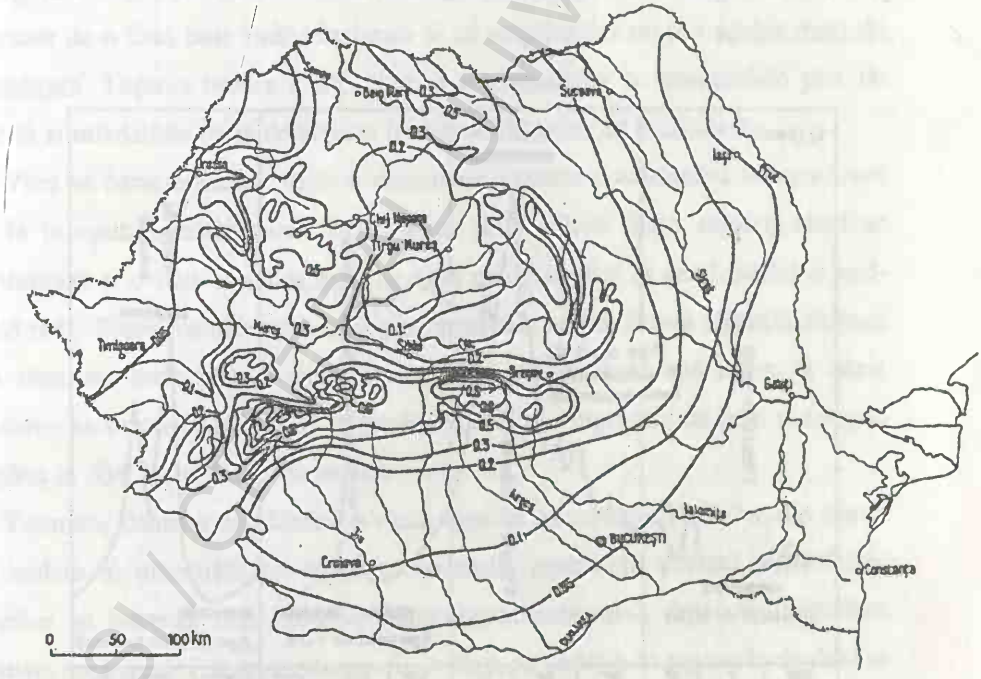


Fig. 3.51 Coeficientul scurgerii medii a râurilor (după Aneta Păduraru, V. Păduraru, 1968)

3.4.4.2. REPARTIŢIA SCURGERII ÎN TIMPUL ANULUI

Datorită condiţiilor climatice caracteristice zonei temperate, se individualizează două anotimpuri de bază (vara şi iarna) şi alte două de tranziţie (primăvara şi toamna). Aceste anotimpuri îşi lasă amprenta şi în procesul scurgerii medii.

În zonele tropicale se individualizează două sezoane, unul umed şi altul mai uscat, iar în cele polare, predomină un anotimp rece, cu o scurtă perioadă de aşa zisă vară.

În ceea ce priveşte România, se încadrează în zona temperată cu influenţe uşor oceanice în vest şi mai pregnante influenţele continentale în est şi sud-est. În ambele situaţii se evidenţiază cele patru anotimpuri bine exprimate în procentul scurgerii medii specifice (Fig 3.52).

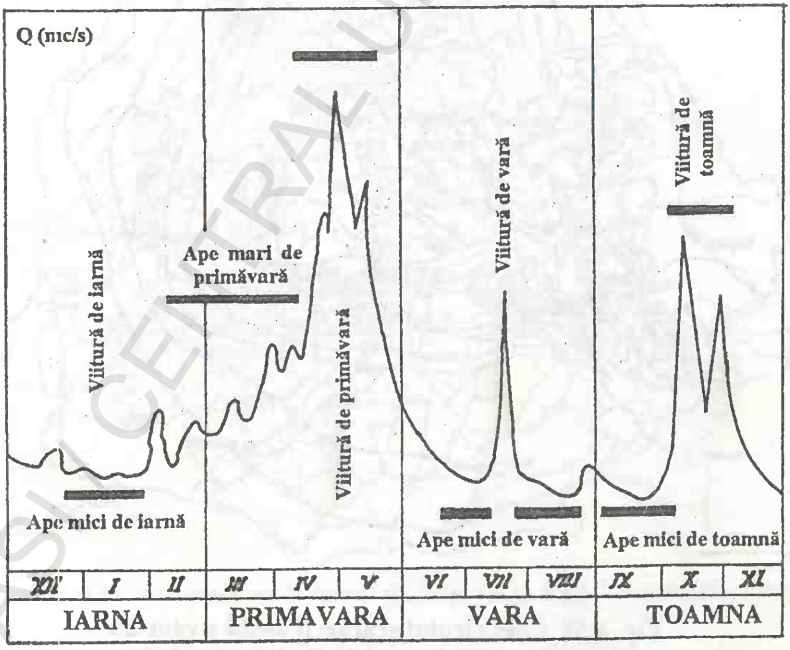


Fig. 3.52 Hidrograf schematic cuprinzând fazele de scurgere anuale caracteristice teritoriului României

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Iarna cea mai mare cantitate de precipitaţii cade sub formă de zăpadă rămânând stocată în bazinul hidrografic mai mult în zona muntoasă şi mai puţin în zona de câmpie. Dacă se mai adaugă şi formarea podului de gheaţă rezultă o diminuare a scurgerii în râuri marcându-se perioada apelor mici de iarnă. Sunt situaţii când datorită pătrunderii unor mase de aer mai cald au loc topiri de zăpadă formându-se apele mari (viituri) de iarnă cu o frecvenţă mai mare în vestul şi sud-vestul ţării. Volumul de apă scurs iarna ajunge între 20-30 % în regiunile de deal şi câmpie, între 25-30% în Munţii Apuseni şi 10-15% în Carpaţii Orientali şi Meridionali.

Primăvara ca urmare a topirii zăpezilor din partea muntoasă a bazinelor hidrografice şi a ploilor, se înregistrează procentele cele mai mari din volumul scurgerii anuale, între 40- 50 %. În acest interval râurile din România sunt marcate de o fază bine individualizată şi cu amplitudini mari a apelor mari de primăvară. Topirea bruscă a zăpezilor şi suprapunerea cu eventualele ploi de durată şi intensitate mare determină formarea viiturilor de primăvară.

Vara se caracterizează printr-o diminuare treptată a volumului de apă scurs de la începutul anotimpului (luna iunie) către sfârşit (luna august) când se conturează şi o fază a apelor mici de vară mai pregnant în estul, sudul şi sud-estul ţării. Totuşi ca urmare a unor ploi torenţiale se pot forma viiturile de vară aşa cum s-a întâmplat în luna iunie 1975. Volumul de apă scurs în acest anotimp se înscrie între 15-20 % pentru râurile din regiunile de deal şi câmpie şi până la 30% în regiunea de munte.

Toamna, datorită combinării a două aspecte cu caracter deficitar din punct de vedere al umidităţii (evaporaţie moderată, pecipitaţii puţine) alimentarea râurilor se bazează mai mult pe componenta subterană, fapt ,ce determină apariţia apelor mici de toamnă uneori, la râuri cu obârşia în regiunile de deal şi câmpie să apară procesul secării. Tot în acest anotimp, aparaţia aleatorie a unor ploi cu intensitate mai mare pot să se formeze viituri (exemplul râului Vedea, Teleorman, Ialomiţa, Jiu îm luna octombrie 1972 şi chiar în noiembrie cum a fost cazul cu Râmnicu Sărat în 1966). Volumul de apă scurs în acest anotimp

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

este cel mai mic, doar de 5% în regiunile de deal şi câmpie şi de 15% în cea de munte.

3.4.4.3. VARIAŢIA SCURGERII DE LA UN AN LA ALTUL

Această variaţie se analizează prin raportarea debitelor medii anuale maxim şi minim ($Q_{an\,max}$, $Q_{an\,min}$) la debitul mediu multianual al perioadei analizate.

Un alt procedeu ar fi şi raportul dintre $Q_{an\,max}$, şi $Q_{an\,min}$.

Astfel, dacă luăm acelaşi şir de valori ale debitelor pe perioada 1986 - 1962 vom avea următoarele valori ale coeficienţilor:

$$K = \frac{Q_{anmax}}{Q} = \frac{88,3}{60} = 1,47. \qquad (3.81)$$

$$K = \frac{Q_{anmin}}{Q} = \frac{38,2}{60} = 0,64. \qquad (3.82)$$

$$K = \frac{Q_{anmax}}{Q_{anmin}} = \frac{88,3}{38,2} = 2,31 \qquad (3.83)$$

O altă cale este şi aceea a raportării debitului mediu anual la debitul mediu multianual, adică:

$$K = Q_{an} / \bar{Q}. \qquad (3.84)$$

Pentru România, regiunile de câmpie cu un deficit de umiditate şi cu o influenţă pregnantă a climatului temperat-continental, în anii ploioşi debitul mediu este de câteva ori mai mare decât debitul mediu multianual, şi invers în anii secetoşi. În cazul râurilor de munte acest raport este ceva mai redus.

Din analiza şirurilor de valori pe perioada 1950-1978 la un număr de 400 staţii hidrometirce reiese că anii cu scurgere medie scăzută au fost 1950, 1954, 1961 iar cei cu scurgere ridicată anii 1970, 1972, 1975.

Caracterizarea variaţiei de la an la an a scurgerii, se poate face mult mai precis prin coeficientul de variaţie (C_v). Ca factori determinanţi ai coeficientului de variaţie a scurgerii anuale sunt caracteristicile climei şi capacitatea de regularizare a bazinului hidrografic.

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Dintre factori climatici se ia în considerare gradul de umiditate reflectat în modulul scurgerii specifice ($\bar{q}$). Capacitatea de regularizare a bazinului este dată de mărimea bazinului de recepţie (F). Evident că la aceasta se mai adaugă şi alţi factori ca: permeabilitatea învelişului de sol, vegetaţia bazinului, gradul de acoperire cu lacuri.

Calculul valorilor C_v pentru 284 de staţii hidrometrice s-a făcut conform relaţiei:

$$C_v = \sqrt{\frac{\Sigma(K_i - 1)^2}{n}} \quad . \qquad (3.85)$$

unde:

$$K = \frac{Q_i}{Q}$$

n este numărul anilor luaţi în calcul şi care trebuie să fie mai mare de 15

Din analiza hărţii cu valorile C_v se remarcă valori peste 0,7 în regiunea de câmpie (deci variaţii mari de la un an la altul) şi cele mai mici, sub 0,2 în regiunea de munte (scurgere mai uniformă) (Fig. 3.53.).

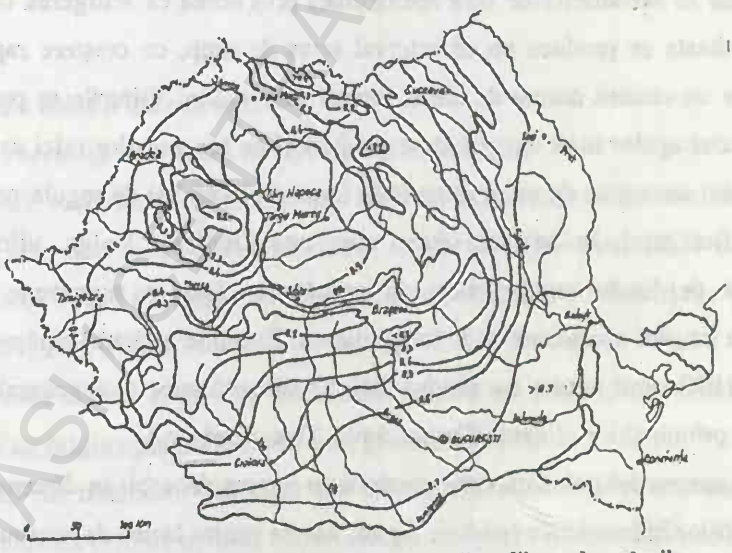


Fig. 3.53 Coeficientul de variaţie al scurgerii medii anuale a râurilor (după Râurile României, 1971)

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.4.5. SCURGEREA MAXIMĂ

În regimul hidrologic al unui râu, în cursul unui an se pun în evidenţă faze, perioade, cu ape mari. Acest termen, noţiunea de ape mari, se suprapune, corespunde, fazei de scurgere maximă. Ca şi în cazul scurgerii medii, scurgerea maximă este similară cu debitele maxime care se înregistrează la un post (staţie) hidrometric.

Pentru a defini o fază cu ape mari, este necesar ca debitele zilnice şi respectiv cele decadale şi chiar lunare (valori medii) să se situeze deasupra valorii debitului mediu anual.

Faza apelor mari (scurgerea maximă) este generată de topirea zăpezilor suprapusă parţial şi cu ploile de primăvară, în cazul zonei temperat continentale, sau în anotimpul ploios în zonele tropicale umede şi în cea ecuatorială.

Este important să se precizeze că faza apelor mari nu este similară cu viitura. Astfel, în cazul Nilului, apele mari care se repetă periodic, nu trebuie să se confunde sau să se numească viituri.

Viitura se deosebeşte de faza apelor mari prin aceea că scurgerea cu valori foarte ridicate se produce pe un interval scurt de timp, cu creştere rapidă, cu durată de un anumit număr de ore şi rareori câteva zile. Viiturile se produc pe fondul fazei apelor mari dar pot să se producă şi pe cea a apelor mici ca urmare a unor ploi torenţiale de mare intensitate (uneori şi vara) şi de regulă pe bazine hidrografice mici. În bazinele mari, cum este Dunărea, Volga, viiturile se formează pe fondul apelor mari de primăvară când se suprapune topirea zăpezilor cu ploi abundente şi de lungă durată. Excepţie a făcut Dunărea, totuşi în anul 1970 când viitura s-a produs în iulie datorită unor ploi generalizate în bazinele principalilor afluenţi (Drava, Sava, Tisa, Siret etc.).

Cunoaşterea debitelor maxime prezintă un interes deosebit în dimensionarea construcţiilor hidrotehnice (poduri, diguri, baraje pentru lacuri de acumulare).

Consecinţa debitelor maxime (scurgerea maximă) este ieşirea apelor din albia minoră şi inundarea albiei majore, respectiv a luncii.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Inundația este fenomenul hidrologic cel mai cunoscut cu efecte atât pozitive pentru spațiul inundat (a se vedea ritmicitatea inundațiilor din Valea Nilului) cât și negative prin pagubele produse asupra construcțiilor hidrotehnice, obiectivelor amplasate în perimetrul inundabil, fără asigurarea corespunzătoare și evident asupra spațiilor cultivate.

Inundațiile se produc atât în faza apelor mari, dar acestea sunt cunoscute și ușor de preîntâmpinat datorită ritmicității lor cât și în urma unor ploi torențiale aleatorii când au loc și viituri destul de puternice și păgubitoare.

S-a spus mai înainte că viitura este rezultatul unor ploi suprapuse cu topirea zăpezilor și a unor ploi torențiale în perioadele de vară și toamnă. Dar aceste procese și fenomene au loc de cele mai multe ori pe suprafețe mici în cadrul unor bazine mari și deci viitura la închiderea bazinului major poate estompa acest fenomen.

Pentru scoaterea în evidență a viiturii acolo unde s-a format, mai mulți hidrologi au propus diferite formule, dintre acestea cea care a fost aplicată la un număr mare de râuri din numeroase țări este formula Myer-Coutagne-Pardé:

$$A = Q / \sqrt{S} \qquad (3.86)$$

unde:

Q este debitul maxim brut

S - suprafața receptoare de pe care s-a adunat apa.

Autorii susmenționați dau și un tabel în acest sens din care rezultă că valorile cele mai mari ale coeficientului A sunt la bazine între 500 - 3000 km^2 iar în statul Texas s-a înregistrat cea mai mare valoare a coeficientului A = 350 (Fig. 3.54, Tab. 3.7).

Se poate afirma că la cele mai multe râuri și în cele mai frecvente cazuri viiturile au origine pluvială, adică sunt generate de ploi.

Totuși se întâlnesc, așa cum s-a menționat, viituri provenite numai din topirea zăpezii (viituri nivale), viituri numai din ploi (viituri pluviale) și viituri mixte (pluvio-nivale).

Tabelul 3.7

Valori ale debitului specific şi coeficientului A

(după M. Pardé)

Suprafaţa bazinului (km^2)	Debit specific ($l/s\ km^2$)	Coeficientul A
10	40.000 - 30.000	60 - 100
100	25.000 - 10.000	80 - 130
500 - 3000	15.000 - 3000	130 - 250
± 10.000	2000 - 1000	± 150
50.000 - 400.000	-	80 - 130
1.000.000 - 5.000.000	-	70 - 100

O remarcă privitor la teritoriul României, este aceea că întâlnim toate cele trei tipuri de viituri.

Forma hidrografului viiturii poate fi simplă şi compusă. Componentele undei de viitură se pot reţine din graficul alăturat.

$$T_{total} = T_{crest.} + T_{scad} \quad . \qquad (3.87)$$

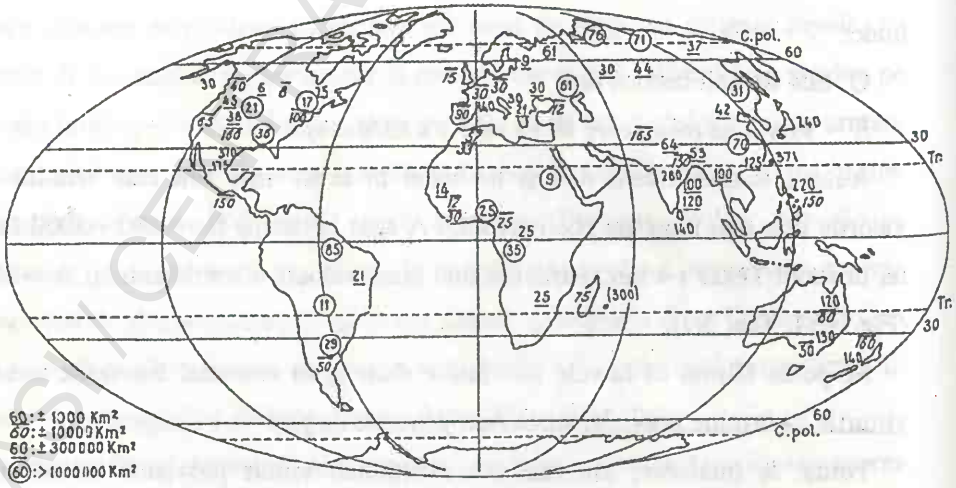


Fig. 3.54 Coeficientul A al viiturilor maxime de pe TERRA pentru patru mărimi de bazine hidrografice (după M. Parde, preluat din A. Guilcher)

Suprafaţa cuprinsă între curba viiturii, axa timpului şi verticalele corespunzătoare momentelor de început şi epuizare, reprezintă volumul total al viiturii (W) la care se adaugă volumul scurgerii de bază.

$$W_{total} = W_{crest} + W_{scad} . \qquad (3.88)$$

Având volumul total al viiturii se poate calcula şi stratul mediu scurs de pe bazinul de recepţie.

Dacă luăm în calcul debitele de pe hidrograful dat rezultă un volum al viiturii de 6,912 mil. m^3 care raportat la suprafaţa bazinului de 126 km^2 rezultă un strat al viiturii de h_v = 55 mm (Fig. 3.55.).

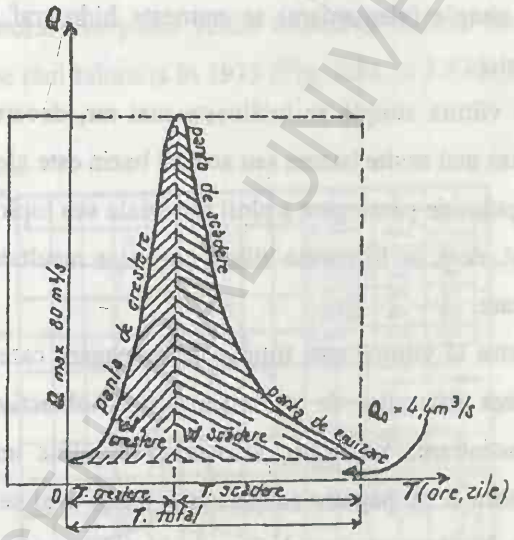


Fig. 3.55 Elementele unei unde simple de viitură

Forma viiturii respectiv forma hidrografului se caracterizează prin coeficientul global de formă notat cu γ şi este dat de raportul dintre volumul total al viiturii şi volumul rezultat din dreptunghiul în care se înscrie viitura adică $T_{total} \cdot Q_{max}$; în cazul nostru γ = 0,25.

BCU IAŞI / CENTRUL UNIVERSITY LIBRARY

Pentru a afla debitul specific maxim al viiturii se împarte debitul maxim al viiturii (80 m^3/s = 80.000 l/s) la suprafaţa bazinului de recepţie (126 km^2), adică q_{max} = 635 l/s km^2.

În cazul viiturilor pluviale se poate aprecia şi un alt parametru, şi anume coeficientul de scurgere al viiturii care rezultă din raportul dintre stratul de apă scurs (h_v) şi precipitaţiile căzute în bazinul hidrografic (h_p). Astfel, dacă pe suprafaţa bazinului analizat au căzut 96 mm precipitaţii iar stratul scurs a fost de 55 mm rezultă un coeficient de scurgere de 0,57 conform relaţiei:

$$C = h_v / h_p \quad . \qquad (3.89)$$

În bazinele hidrografice mici, în urma topirii bruşte a zăpezilor sau a unor ploi torenţiale scurte, iau naştere viiturile elementare. Hidrograful rezultat în urma viiturii simple (elementare) se numeşte hidrograf unitar utilizat în calculele hidrologice.

În practică, o viitură simplă se întâlneşte mai rar, deoarece ploaia care o generează afectează mai multe bazine sau acelaşi bazin este afectat diferenţiat în timp datorită timpului de parcurgere a ploii torenţiale sau topirii zăpezii în etape sensibil diferite şi, deci, se formează viituri compuse rezultate din combinarea viiturilor elementare.

Un alt parametru al viiturii este timpul de propagare care este deosebit de important în luarea măsurilor de protejare a unor obiective economice. În acelaşi timp, concentrarea viiturilor elementare în albia unui râu principal, compunerea acestora şi propagarea (deplasarea) lor în aval se face şi cu un alt parametru, acela de atenuare (regularizare). Atenuarea viiturilor în aval se datoreşte scăderii debitelor maxime prin mărirea secţiunii albiei minore şi înmagazinării unei anumite părţi din volum în albia majoră (luncă) în cazul în care aceasta nu este îndiguită.

Pe măsură ce suprafaţa bazinului colector creşte, scade şi valoarea debitului maxim la aceeaşi viitură astfel: pe acelaşi râu la o suprafaţă de F = 400 km^2 se realizează 150 m^3/s, la 2000 km^2 - 500 m^3/s, la 5000 km^3 - 800 m^3/s, aceasta înseamnă 375 l/s km^2, 250 l/s km^2 şi respectiv 160 l/s km^2.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Dacă luăm câteva exemple ale viiturilor produse pe râurile din România în ultimii 40 de ani constatăm următoarele debite maxime şi module specifice maxime: Someş la Satu Mare în 1970, 3342 m^3/s, la 15000 km^2 bazin recepţie rezultă 223 $l/s\ km^2$, Crişul Repede la Oradea în 1970, 576 m^3/s la 2126 km^2, 270 $l/s\ km^2$, Oltul la Stoeneşti în 1975, 2220 m^3/s la 22.683 km^2, 98 $l/s\ km^2$, Vedea la Alexandria în 1972, 949 m^3/s la 3271 km^2, 290 $l/s\ km^2$, Argeşul la Budeşti în 1972, 1540 m^3/s la 10.349 km^2, 149 $l/s\ km^2$, Siretul la Lungoci în 1970, 3186 m^3/s, la 36.083 km^2, 88 $l/s\ km^2$, Dunărea la Ceatalul Chiliei în 1970, 15.500 m^3/s, la 800.000 km^2, 19,4 $l/s\ km^2$. Se remarcă faptul că debitul specific maxim se micşorează pe măsură ce creşte suprafaţa bazinului care are rol de atenuarea debitelor maxime şi respectiv a viiturilor.

În graficele alăturate se poate vedea atenuarea undelor de viitură pe râul Mureş în 1970 şi pe râul Ialomiţa în 1975 (Fig. 3.56. şi 3.57.).

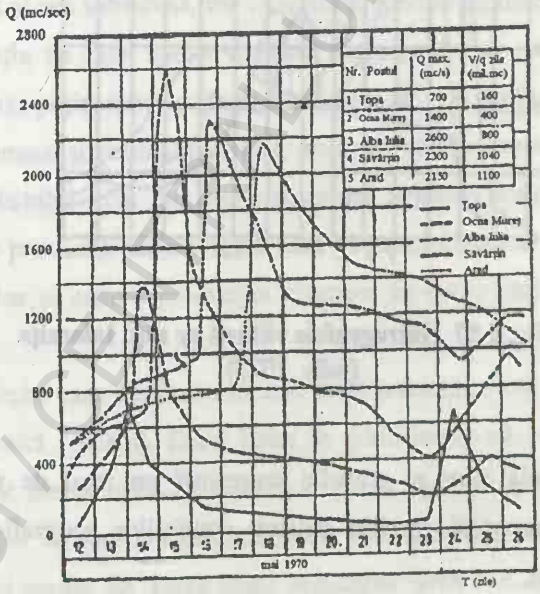


Fig. 3.56 Hidrografele viiturii pe râul Mureş (mai 1970)

Un rol important în atenuarea viiturilor îl au lacurile de acumulare care, prin construcţie sunt prevăzute cu o tranşă de volum de reţinere în timpul viiturilor şi astfel reducându-se pericolul inundaţiilor în aval.

Câteva exemple de debite specifice maxime (q_{max}) la unele râuri de pe glob sunt de asemenea concludente (M. Pardé, 1969): râul Orba - Italia în august 1935 - 13.350 l/s km^2 la 141 km^2 suprafaţă de bazin, râul Nueces din Kansas - S.U.A. în iunie 1935 - 14.423 l/s km^2, râul Takekan din Taiwan în septembrie 1953 - 13.350 l/s km^2 la 764 km^2, râul Tone din Japonia în septembrie 1947 - 2900 l/s km^2 la 5002 km^2.

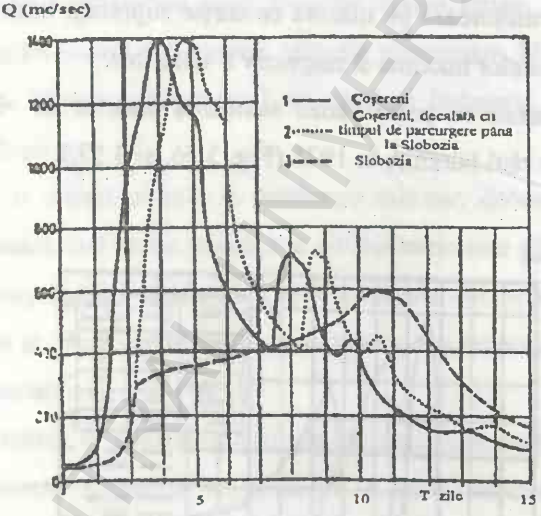


Fig. 3.57 Hidrografele viiturii pe râul Ialomiţa (iulie 1975)

Desigur că apele mari şi viiturile reprezintă un mod de manifestare al regimului de scurgere al râurilor potrivit condiţiilor geografice din zonele climatice ale Terrei.

În afară de acestea, activitatea umană prin despăduriri, prin efectuarea a numeroase lucrări în albia minoră şi majoră influenţează şi modifică producerea viiturilor.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.4.6. SCURGEREA MINIMĂ

Scurgerea minimă, numita, mai frecvent în literatura franceză, etiajul, corespunde în analiza hidrografului caracteristic cu faza apelor mici care în România se pune în evidență iarna (ape mici de iarnă, decembrie - ianuarie), vara (ape mici de vară, iulie - august), toamna (ape mici de toamnă, septembrie - început de octombrie). Evident că sunt și abateri de la hidrograful caracteristic când datorită lipsei precipitațiilor o perioadă mai lungă de timp și reducerii cantitative a alimentării subterane, apele mici se pot extinde și în alte luni (exemplul anilor 1992 - 1993). În alte zone geografice faza apelor mici se conturează în anotimpul rece (zona subpolară) datorită reținerii precipitațiilor sub formă de zăpadă și gheață, sau în anotimpul cald (zona climatului medieraneean și tropical uscat) când precipitațiile lipsesc.

Scurgerea minimă în raport cu debitul mediu multianual se situează sub valoarea acestuia. Reducerea treptată a surselor de alimentare ale râului, atât cea superficială cât și cea subterană, are ca rezultat apariția fenomenului de secare.

În comparație cu faza apelor maxime și respectiv cu viiturile, scurgerea minimă este mai puțin spectaculoasă și aparent cu mai puține pagube produse obiectivelor umane și economice. Dar, această scădere drastică a nivelului și respectiv a debitului unui râu, are consecințe negative asupra navigației (pe râurile unde se practică), asupra alimentării populației (sate și orașe, în special), asupra irigațiilor și asupra producției electrice în cazul râurilor amenajate în acest scop.

Este de apreciat care din faze este mai mult resimțită - cea a apelor mari sau cea a apelor mici (secare). Dacă luăm în considerare că viața și activitatea economică sunt determinate de folosirea apei în diferite grade, evident că se suportă mai ușor viitura și inundația decât seceta și lipsa de apă. Exemple în acest sens sunt multe pe Terra unde reducerea severă a apei dulce duce la deșertificare și foamete.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Aprecierea categoriei fazei de ape mici şi deci a scurgerii minime depinde de zona geografică în care se găseşte râul, dacă acest fenomen (fază) este caracteristic şi se produce cu regularitate sau dacă este accidental.

Dacă se apelează la parametrul numit coeficientul lunar al debitului care este raportul dintre debitul mediu lunar şi debitul mediu anual se obţin valori atât subunitare cât şi supraunitare (Tab. 3.8)

Tabelul 3.8

Coeficientul lunar al debitului la râurile Otawa - Canada şi Volga - Rusia

Luna / Râul	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Otawa	0,69	0,69	0,73	1,07	2	1,48	1	0,78	0,73	1	1,03	0,78
Volga	0,41	0,32	0,31	2	4,36	1,23	0,61	0,49	0,53	0,57	0,62	0,52

Se poate observa din valorile coeficientului că deşi cele două râuri fac parte din tipul nival de câmpie şi că au aceeaşi variaţie sezonieră, la Volga se reflectă climatul continental cu valori mult mai diferenţiate în raport cu Otawa care se alimentează şi din lacuri care ponderează diferenţele dintre vară şi iarnă.

Dacă acceptăm ipoteza că valorile coeficientului mai mici ca 1 reflectă scurgerea minimă atunci se pot delimita perioadele cu ape mici de cele cu ape mari.

Aşa cum s-a menţionat la început, scurgerea minimă poate atinge pragul 0 (coeficientul lunar al debitului) în câteva cazuri şi anume: uedurile deşertice care au alimentare ocazională şi deci cea mai mare parte sunt seci, deci un fenomen normal; anumite râuri din zona mediteraneană care sunt alimentate numai din ploi; unele râuri din zona tropicală care se alimentează numai din ploi, situate în arii predeşertice (Atbara din Sudan, râurile din partea nordică a Camerunului); unele râuri din Siberia de nord-est (Iana, Indigîrka) care îngheaţă până la fund în timpul iernii. În toate aceste cazuri secarea este un caz normal şi regulat.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În opoziție cu această situație este secarea accidentală și care constituie cazuri mult mai interesante pentru a fi studiate. Astfel, A. Guilcher menționează cazul râului Sena care are un regim moderat și poate să apară în cursul mijlociu situații de secare accidentală. Se mai citează și cazul râului Po care în perioada 1942 - 1949 ca urmare a diminuării drastice a precipitațiilor a înregistrat reduceri a volumului de apă din faza scurgerii minime în anul hidrologic 1948 - 1949.

Scurgerea minimă pe râurile din România din perioada de vară - toamnă se datorește cantităților reduse de precipitații și evaporație mai ridicată de la suprafața solului. În timpul iernii scurgerea minimă se produce ca urmare a reținerii precipitațiilor la suprafața bazinului de recepție sub formă de zăpadă când temperatura scade sub 0^0 C. În ambele situații alimentarea râurilor se face din apele freatice și depinde de rezerva subterană și adâncimea albiilor minore pentru a permite drenajul. Acești factori determină drenări integrale sau parțiale a rezervelor de apă subterană (Fig. 3.58.).

Față de condițiile menționate pe teritoriul României se disting trei categorii de artere hidrografice în faza scurgerii minime și anume:

- râuri cu scurgere permanentă care corespund zonei muntoase unde bazinul hidrografic poate ajunge chiar la limita inferioară de 20 km^2;

- râuri cu scurgere semipermanentă la care fenomenul secării apare odată la 2 - 3 ani și chiar mai mulți și caracterizează regiunile subcarpatice și de podiș, la aceste râuri secarea fiind invers proporțională cu suprafața bazinului (la râuri cu F < 1000 km^2 perioada secării poate dura 30 zile iar la cele F > 1000 km^2 fenomenul durează 5 - 10 zile);

- râuri cu scurgere temporară care seacă în fiecare an pe perioade de timp variabile și care au apă numai în timpul topirii zăpezilor sau a ploilor cu intensități și durate mari (Podișul Bârladului, Câmpia Moldovei, Podișul Getic, Câmpia Română, Dobrogea).

BCU "LUCIAN BLAGA" UNIVERSITY LIBRARY

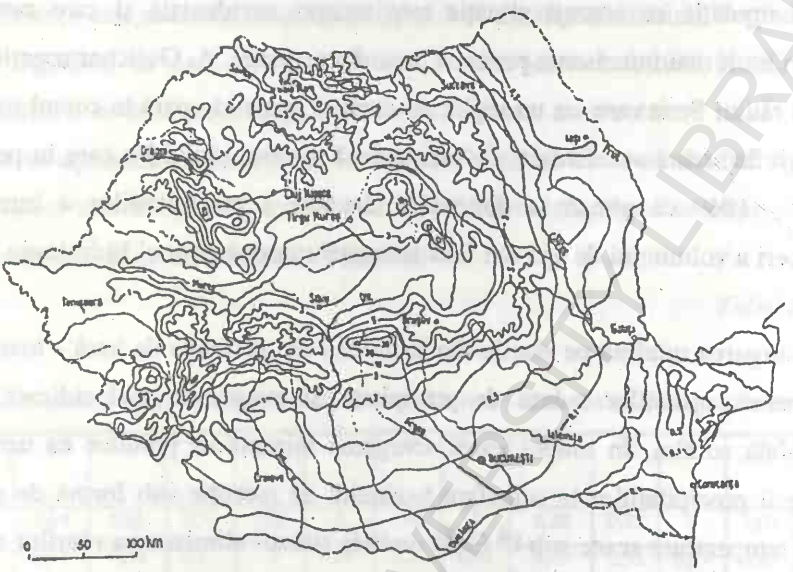


Fig. 3.58 Scurgerea medie minimă lunară (l/s.kmp) în perioada VI - VIII (după Aneta Păduraru şi colab. 1973)

Fac excepţie de la această categorisire râurile mari care străbat unităţile geografice deficitare temporar din punctul de vedere al precipitaţiilor în raport cu evapotranspiraţia.

O concluzie care se desprinde din analiza repartiţiei teritoriale a scurgerii medii lunare minime este zonalitatea verticală pentru bazinele hidrografice cu o suprafaţă sub 100 km^2 în zona muntoasă şi de 300 - 400 km^2 în zona de câmpie. Pe lângă zonalitatea verticală a scurgerii medii lunare minime se mai pune în evidenţă şi o variaţie de la nord la sud şi de la vest spre est. Cele mai mari valori ale scurgerii medii lunare minime se întâlnesc pe culmile înalte ale munţilor Făgăraş (peste 20 l/s km^2).

În regiunile de podiş şi câmpie aceste valori sunt sub 1 l/s km^2 şi chiar sub 0,1 l/s km^2 în sudul şi estul Câmpiei Române şi în jumătatea sudică a Dobrogei.

Valorile menţionate se referă la scurgerea medie lunară minimă din sezonul cald, respectiv lunile iunie - august.

În ceea ce privește scurgerea medie lunară minimă în sezonul rece (lunile decembrie - martie) se constată aceeași scădere de la vest spre est.

Astfel, în timp ce pe versanții vestici ai munților Apuseni valorile sunt între 11 - 12 l/s km^2 în estul Podișului Moldovei acestea sunt de 2 l/s km^2.

Se poate generaliza și aprecia că zona muntoasă are peste 2 l/s km^2 iar cea de câmpie sub 1 l/s km^2 și chiar mai mică de 0,5 l/s km^2 în Dobrogea, Câmpia Română și Câmpia Moldovei.

În literatura de specialitate (hidrologică) se folosește noțiunea de debit mediu lunar minim anual cu asigurare de 95% denumit și debit de diluție utilizat în activitatea de gospodărire a apelor (Fig. 3.59.).

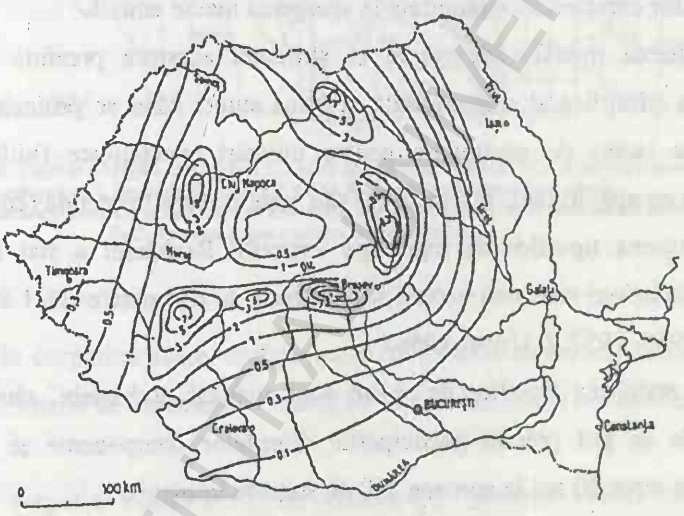


Fig. 3.59 Repartiția teritorială a debitului specific de diluție (l/s.kmp) (după Râurile României, 1971)

Valorile cele mai mari ale debitului mediu lunar minim anual sunt între 5 - 8 l/s km^2 și se întâlnesc pe culmile înalte ale Carpaților, iar cele mai mici sub 0,1 l/s km^2 în Câmpia Română, Podișul Moldovei (Central Moldovenesc) și Dobrogea.

În vederea cunoașterii tabloului secării râurilor, au fost efectuate în perioada 1950 - 1960 anchete hidrologice în toată țara pe baza cărora s-a elaborat o hartă

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

a secării râurilor şi publicată sub formă de atlas după alte completări în 1972 de către Institutul de Meteorologie şi Hidrologie din România.

3.4.7. TIPURILE DE REGIM ALE RÂURILOR DIN ROMÂNIA

După analizarea surselor de alimentare, scurgerea apei (medie, maximă şi minimă) se impune a caracteriza râurile după acest ansamblu de factori şi caracteristici hidrologice.

Definirea tipului de regim hidrologic constă în diferenţierea teritorială a râurilor determinată de ponderea surselor de alimentare (nival, pluvial şi subteran) sau combinarea acestora, fazele regimului hidrologic prin analizarea hidrografelor caracteristice raportate la scurgerea medie anuală.

Cunoaşterea tipurilor de regim şi structura acestora prezintă pe lângă importanţa ştiinţifică şi o importanţă practică atunci când se proiectează şi se construiesc lacuri de acumulare pentru utilizări specializate (hidroenergie, alimentare cu apă, irigaţii, piscicultură) sau toate acestea împreună (complexe).

Diferenţierea tipurilor de regim pe teritoriul României a stat în atenţia aceloraşi hidrologi care s-au ocupat şi de sursele de alimentare (D. Lăzărescu şi I. Panait 1956, 1957, I. Ujvari 1956).

Pentru stabilirea tipurilor de regim s-au analizat, îndeosebi, râurile mici, acolo unde se pot preciza participările diferitelor componente şi pentru o perioadă de circa 20 ani la aproape 130 de staţii hidrometrice.

Prezenţa arcului Carpatic în mijlocul teritoriului ţării determină, aşa cum s-a văzut la analiza scurgerii apei, o zonalitate verticală, de asemenea o determinare a influenţelor oceanice de cele est-continentale şi sud-mediteraneene la care se mai adaugă cele pontice (prezenţa bazinului Mării Negre în SE).

În acest sens s-a delimitat trei tipuri majore şi anume - carpatic, pericarpatic şi ponto-danubian iar în cadrul acestora mai multe subtipuri în număr de 12 în funcţie de particularităţile regionale (Geografia Fizică a României, 1983) (Fig. 3.60).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

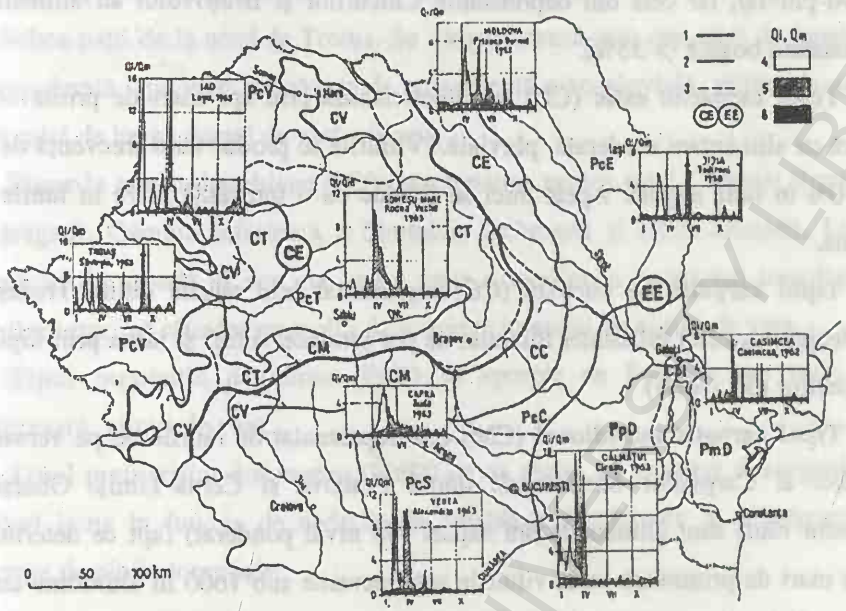


Fig. 3.60 Tipurile de regim ale râurilor. 1, Limită de provincie climatică (CE, central-europeană; EE, est-europeană); 2, limită de tip major; 3, limită de tip minor; 4, alimentare nivală; 5, alimentare pluvială; 6, alimentare subterană (Qi, debit mediu zilnic; Qm, debit mediu anual); PcC, tipuri de regim conform textului 5.4.2.5.

Tipurile carpatice axate, desigur, pe arcul muntos cu acelaşi nume, prezintă variaţii în funcţie de expunerea versanţilor faţă de circulaţia maselor de aer şi de altitudine.

Tipul carpatic vestic (CV) se găseşte pe versanţii vestici ai Munţilor Apuseni, Munţilor Banatului şi lanţului vulcanic. Această expoziţie a versanţilor atrage după sine o fază timpurie a apelor mari de primăvară cu durata de 1 - 2 luni (martie - aprilie) cu viituri la începutul verii, ape mici iulie - noiembrie. Pot apărea viituri şi iarna prin suprapunerea topirii zăpezilor cu ploi timpurii.

Tipul carpatic transilvan (CT) caracterizează râurile situate la altitudini mai mici (sub 1600 - 1800 m) şi sunt reprezentate prin râurile de pe versantul estic al Munţilor Apuseni, vestul Carpaţilor Orientali şi nordul Carpaţilor Meridionali. Spre deosebire de CV, iarna sunt ape mici, tipul de alimentare este

BCUMS/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

nivo-pluvial, iar cele din depresiunile Ciucurilor şi Braşovului au alimentare subterană bogată (> 35%).

Tipul carpartic estic (CE) se caracterizează prin ape mari de primăvară - vară cu alimentare moderată pluvială. Viiturile se produc cu o frecvenţă de 38 - 40% în luna august. Apele mici se produc cu o frecvenţă mare în lunile de iarnă.

Tipul carpatic de curbură (CC) reprezentat prin râurile dintre Trotuş şi Teleajen, datorită influenţei föhnului se pot produce viituri şi iarna prin topirea zăpezilor (35 - 40%).

Tipul carpatic meridional (CM) este reprezentat de râurile de pe versanţii sudici ai Carpaţilor Meridionali dintre Prahova şi Cerna-Timiş. Obârşiile acestor râuri sunt alimentate din zăpezi (tip nival ponderat) fapt ce determină ape mari de primăvară-vară, viiturile sut frecvente sub 1600 m altitudine unde şi tipul de alimentare devine pluvio-nival. Scurgerea minimă se înregistrează atât iarna cât şi vara-toamna.

Tipurile pericarpatice cuprind regiunea dealurilor şi Câmpiei Vestice, dealurile subcarpatice, Podişul Getic, vestul Câmpiei Române şi Podişul Moldovei inclusiv Câmpia Moldovei.

Tipul pericarpatic vestic (PcV) cuprinde dealurile şi Câmpia Vestică şi chiar sudul Olteniei. Se caracterizează printr-un regim instabil iarna când se produc viituri (60 - 70%), volumul de apă scurs 35 - 40%, alimentare nivo-pluvială, ape mici vară-toamnă.

Tipul pericarpatic sudic (PcS) faţă de PcV se remarcă o accentuare a continentalismului fapt ce reduce scurgerea de iarnă în favoarea celei de primăvară şi vară.

Tipul pericarpatic transilvan (PcT) caracteristic pentru Podişul Transilvaniei cu ape mari de scurtă durată în martie determinate de ploi şi zăpezi, viituri din mai până în iulie, alimentare pluvio-nivală.

Tipul pericarpatic de curbură (PcC) cu ape mari de primăvară, viituri de iarnă.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tipul pericarpatic estic (PcE) reprezentat prin râurile din Podişul Moldovei şi Subcarpaţii de la nord de Trotuş. Se caracterizează prin ape mici de iarnă de lungă durată, ape mari primăvara de provenienţă nivo-pluvială, viituri de vară, ape mici de lungă durată de vară-toamnă.

Tipurile ponto-danubiane (PD) caracteristice pentru estul Câmpiei Române (Bărăgan), Câmpia inferioară a Siretului, Dobrogea şi Delta Dunării. Lipsa stratului de zăpadă în cea mai mare parte a iernilor şi caracterul torenţial al ploilor imprimă râurilor un regim de scurgere torenţial cu viituri de vară.

Tipul prepontic danubian (PpD) se apropie de PcS cu ape mari de primăvară, viituri de vară.

Tipul premaritim dobrogean (PmD) cu un regim de scurgere dezorganizat, viituri iarna în funcţie de căderile de zăpadă întâmplătoare şi primăvara în funcţie de ploile torenţiale.

3.4.8. BILANŢUL HIDROLOGIC

Prin noţiunea de bilanţ hidrologic se înţelege cantităţile de apă care intră şi care ies pe un anumit teritoriu şi într-un anumit interval de timp.

Diferenţa dintre volumul de apă intrat şi cel ieşit din unitatea teritorială analizată reprezintă rezerva de apă. Termenii (componentele) bilanţului se înscriu într-o ecuaţie generală de forma:

$$X + C + Y_1 - Y_2 - Z + U_1 + W_1 - W_2 = 0. \quad (3.90)$$

unde:

X - precipitaţiile atmosferice;

C - condensarea vaporilor;

Y_1 - scurgerea superficială din teritoriul limitrof;

Y_2 - scurgerea superficială în afara teritoriului analizat;

Z - evaporaţia globală (evapotranspiraţia şi evaporaţia de la suprafaţa apei);

U_1 - aportul subteran din teritoriul limitrof;

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

U_2 - scurgerea subterană în afara teritoriului analizat;

W_1 - variaţia rezervelor de umiditate din sol (inclusiv apele subterane);

W_2 - variaţia rezervelor de umiditate de la suprafaţa teritoriului analizat.

Această ecuaţie generală se modifică în funcţie de scopul urmărit prin analiză, astfel încât unii termeni pot fi detaliaţi iar alţii pot fi eliminaţi.

Astfel, termenul $Y_1 = 0$ în cazul unui bazin hidrografic cu limite bine determinate (cumpănă de apă), termenii W_1 şi W_2 pe o perioadă mai mare de ani se compensează reciproc, la fel şi cu termenii U_1 şi U_2, de asemenea pe o perioadă multianuală şi pe bazine hidrografice mari. În ceea ce priveşte condensarea vaporilor (C) este greu de determinat şi de regulă are valori mici, deci se poate neglija.

În aceste condiţii ecuaţia bilanţului simplificată este:

$$X + Y - Z = 0 \text{ sau } X = Y + Z . \qquad (3.91)$$

Având, de regulă, valori direct măsurate asupra lui X şi Y se poate determina Z = X - Y. Valoarea lui Z calculată pe această cale trebuie comparată cu valoarea măsurată direct sau indirect prin relaţii bazate pe parametrii meteorologici.

Termenul W prin care considerăm umiditatea globală din sol este compusă din umiditatea de suprafaţă a solului şi apa infiltrată în sol provenită din precipitaţii lichide şi zăpadă.

Raporturile $U / W = K_u$ şi $E / W = K_e$ reprezintă coeficienţi ai scurgerii subterane (K_u) şi ai evaporaţiei (K_e).

Aplicarea relaţiilor de mai sus, în special ecuaţia bilanţului hidrologic, trebuie să se facă ţinând cont de unele particularităţi ale bazinului hidrografic (teritoriu) analizat cum ar fi: relieful carstic sau prelevările fără revenire pentru diferite scopuri socio-economice (alimentări cu apă potabilă, industrială, irigaţii).

Calculul bilanţului hidrologic pe teritoriul României s-a făcut pentru bazine hidrografice mai mari de 300 km^2 şi sub această limită numai acolo unde au lipsit punctele pentru trasarea relaţiilor de generalizare.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Trăsătura caracteristică a bilanţului hidric pe teritoriul României, ca de altfel pentru multe componente fizico-geografice, este etajarea pe altitudine (zonalitatea verticală) care domină net zonalitatea latitudinală.

Această trăsătură se datoreşte prezenţei arcului carpatic la mijlocul teritoriului cu altitudini de până la 2500 şi care determină gradienţi cu valori diferite la 100 m/altitudine în funcţie de influenţele climatice vestice, nordice sau estice.

Astfel, principalii componenţi ai bilanţului prezintă valori diferenţiate pe altitudine şi pe sectoare de influenţă climatică.

Scurgerea superficială (Y) reprezintă 60 - 70% din componentele pozitive ale bilanţului, în zona muntoasă, 67 - 73% în zona de dealuri şi 70 - 80% în cea de câmpie.

Scurgerea subterană (U) are valori de circa 500 mm la altitudini mari, în Carpaţi, datorită circuitului rapid al apelor infiltrate în depozitele de pantă (deluvii) şi scade la 5 - 10 mm în zona de câmpie unde apele subterane sunt drenate foarte puţin de reţeaua hidrografică.

Evaporaţia globală (Z) fiind în funcţie de potenţialul evaporaţiei şi de cantitatea de apă existentă în sol pentru a putea fi evaporată, scade odată cu creşterea altitudinii de la 650 mm (valoare maximă la limita dintre câmpie şi podiş) la 450 mm şi chiar mai puţin în zona muntoasă alpină.

Umezirea totală a terenului (W) creşte odată cu altitudinea până la 500 - 600 m de unde începe să scadă datorită capacităţii reduse de înmagazinare a depozitelor de pantă.

Tabloul natural al bilanţului hidric este mult modificat ca urmare a lucrărilor hidroameliorative. Astfel, desecarea şi îndiguirea luncilor a dus la scăderea evapotranspiraţiei iar irigaţiile la nivelul câmpurilor a mărit fluxul de umectare, capacitatea de evapotranspiraţie şi posibile procese - salinizare sau înmlăştinire.

Chiar şi cu aceste modificări, sub aspectul bilanţului hidric teritoriul României se divide în trei zone şi anume:

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- zona cu umiditate bogată (excedentară) axată pe spaţiul muntos (carpatic);

- zona cu umiditate variabilă (moderată) axată pe Subcarpaţi şi podişuri (parţial);

- zona cu umiditate deficitară axată pe Câmpia Română, Dobrogea şi parţial Câmpia de Vest, sudul Podişului Moldovei şi Câmpia Moldovei.

S-au făcut determinări (estimări) asupra componentelor bilanţului hidric pe cele două unităţi mari morfostructurale - regiunea carpatică şi regiunea pericarpatică pe de o parte, şi estimări pentru câteva tipuri de geosisteme (ecosisteme) - stepă, silvostepă, păduri de foioase, terenuri irigate, pe de altă parte (Fig. 3.61., Tab. 3.9, 3.10).

Tabelul 3.9

Valorile componentelor bilanţului hidric (perioada 1950 - 1969) după Geografia României, 1983

Componenţii	X		Y		U		Z		W	
Unitatea teritorială	mm	km^3	mm	km^3	mm	km^3	mm	km^3	mm	km^3
Zona carpatică	807	63	327	25,5	105	8,2	480	37,5	585	45,7
Zona pericarpatică	589	94	69	11	21	3,3	520	83	541	86,3
România	661	157	153	36,5	51	11,5	508	120,5	559	132

Tabelul 3.10

Valori medii (mm/an) ale parametrilor bilanţului hidric pe câteva tipuri de peisaje (după Geografia României, 1983)

Geosistem (ecosistem)	X (flux umectare)	Y (scurgere globală)	Y_1 (scuegere suprafaţă)	U (scurgere subterană)	Z (evapotranspiraţie)	W (umezire globală a terenului)
Stepa	250 - 500	20 - 30	15 - 20	5 - 10	330 - 480	335 - 480
Sivostepa	500 - 700	30 - 150	20 - 100	10 - 50	470 - 550	500 - 600
Păduri foioase	650 - 900	100 - 400	70 - 250	30 - 120	500 - 600	580 - 650
Terenuri irigate	750 - 950	100 - 300	80 - 200	20 - 100	600 - 650	620 - 750

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

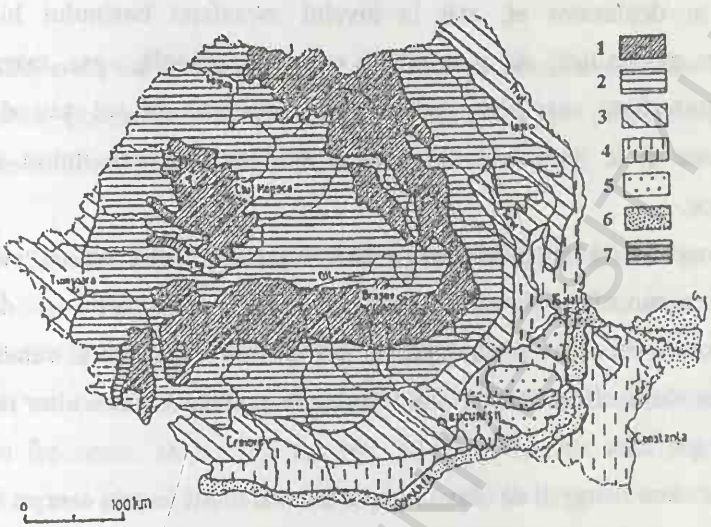


Fig. 3.61 Zonele cu umiditate: 1, bogată; 2, variabilă; 3, deficitară; 4, regiuni semiaride; 5, regiuni semiendoreice; 6, lunci inundabile; 7, regiuni carstice

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.5. SCURGEREA SOLIDĂ (SCURGEREA ALUVIUNILOR)

3.5.1. FACTORII CARE CONDIŢIONEAZĂ SCURGEREA DE ALUVIUNI

Apa în deplasarea ei, atât la nivelul suprafeţei bazinului hidrografic (scurgerea epidermică) cât şi în albiile organizate (rigolă, ogaş, ravenă, vale) dislocă prin forţa mecanică particule din învelişul de sol sau din rocile componente şi le transportă din amunte spre aval, proces numit scurgerea aluviunilor.

Este necesar să se precizeze că hidrologia se ocupă numai cu această secvenţă a modelării scoarţei terestre adică cu transportul şi depunerea aluviunilor. Compoziţia mineralogică şi granulometrică, vârsta şi transformările suferite de aluviunile ieşite din perimetrul udat al albiei, aparţin altor ramuri ale ştiinţelor geofizice.

La formarea scurgerii de aluviuni concură mai mulţi factori care se întrunesc în limitele unui bazin hidrografic şi anume: ploile prin caracterul şi distribuţia lor în timp (mai ales ploile torenţiale), litologia şi învelişul de sol, temperatura prin îngheţ şi dezgheţ, vântul prin acţiunea de deflaţie, vegetaţia (gradul de acoperire şi tipul de vegetaţie), panta versantului şi respectiv a profilului longitudinal, debitul de apă (în cadrul albiei organizate) şi activitatea antropică (în ansambiul ei) prin modul de prelucrare a versanţilor, despădurire etc.

3.5.2. PROCESUL DE SPĂLARE ŞI DE EROZIUNE

În procesul scurgerii aluviunilor deosebim două aspecte şi anume:

- spălarea învelişului de sol sau de rocă vie care nu produce modificări în configuraţia suprafeţei de scurgere şi,

- eroziunea care se manifestă (materializează) prin formarea unor căi (canale, şănţuleţe) de drenarea apei, deci cu modificarea configuraţiei suprafeţei de scurgere. Eroziunea se produce pe toată lungimea căilor de drenaj, de la rigolă şi până la albiile râurilor bine conturate.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Particulele antrenate de pe versanţi, de regulă, nu ajung în punctul terminus al angrenajului hidrografic (lac, mare, ocean) ci se depun undeva pe traseul acestuia, acolo unde greutatea lor depăşeşte forţele care au antrenat-o în mişcare.

Aluviunile depuse în albia minoră şi majoră pe anumite sectoare ale râului sunt reluate (remaniate) în condiţii mecano-energetice diferite (ape mari, schimbare de nivel de eroziune etc.).

3.5.3. ALUVIUNI ÎN SUSPENSIE ŞI ALUVIUNI TÂRÂTE

Mecanismul transportului de aluviuni în albia râurilor a fost experimentat în laborator stabilindu-se o serie de legi şi de coeficienţi.

Astfel, s-a constatat că o particulă solidă se mişcă în curenţii de apă prin salturi cu frecvenţe, înălţimi şi lungimi diferite. Trecerea unei particule din starea de repaus (depunere) la cea de deplasare are loc atunci când curentul de apă depăşeşte un anumit prag.

Menţinerea particulelor în stare de suspensie depinde pe lângă viteza curentului şi de mărimea lor. Astfel, la o anumită viteză întâlnim particule depuse pe fundul albiei, iar cele de dimensiuni mai mici se deplasează în salturi în apropierea fundului albiei şi altele mult mai mici se deplasează în masa apei, în suspensie.

Faţă de aceste stări se face o diferenţiere şi anume:

- aluviuni de fund care se mai numesc şi aluviuni târâte;
- aluviuni în suspensie.

Lucrul mecanic (P) efectuat de apă în deplasarea ei pe suprafaţa bazinului sau în albie este în funcţie de debitul lichid (Q), de panta (H) şi de greutatea specifică a apei ($\gamma = 1000$ kg/m^3) potrivit relaţiei:

$$P = \gamma * H * Q \ (kg * m/s) \ . \qquad (3.92)$$

Lucrul mecanic poate fi exprimat în CP (1CP = 75 kg*m/s) şi în KW (1 KW = 102 kg*m/s).

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Astfel:

$$P = \frac{\gamma * Q * H}{75} * CP$$

şi (3.93)

$$P = \frac{\gamma * Q * H}{102} * KW \ .$$

3.5.4. DEBITUL DE ALUVIUNI, TURBIDITATEA

Debitul de aluviuni (S) reprezintă volumul de material solid transportat de un râu într-o anumită secţiune şi într-o unitate de timp care se exprimă în kg/s sau tone/s. Debitul de aluviuni total (S) este compus din debitul de aluviuni în suspensie (R) şi din debitul de aluviuni de fund (târât) notat cu G, deci:

$$S = R + G \ (kg/s) \ . \qquad (3.94)$$

Raportul dintre debitul de aluviuni în suspensie (R) şi debitul de apă (Q) care îl transportă reprezintă turbiditatea apei şi se exprimă în gr/m^3, deci

$$\rho = R/Q \ (gr/m^3) \ . \qquad (3.95)$$

Debitul de aluviuni în suspensie se mai exprimă şi în tone/ha*an notat cu r (debit de aluviuni în suspensie specific).

Turbiditatea apei râului variază în timp, în spaţiu, în funcţie de viteza apei, forma albiei, granulometria depozitelor de pe fundul albiei şi malurilor.

3.5.5. MĂSURAREA ŞI PRELUCRAREA DEBITELOR DE ALUVIUNI ÎN SUSPENSIE

3.5.5.1. DISPOZITIVE DE PRELEVAREA PROBELOR DE ALUVIUNI

Determinarea lui R comportă două aspecte:

- prelevarea de probe de aluviuni în unul sau toate punctele de pe verticalele la care s-au făcut măsurători de viteză a apei;
- calcularea debitului de aluviuni pe baza datelor rezultate din măsurători.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Prelevarea probelor de aluviuni în suspensie se face, clasic, cu batometrul de tip N.N. Jucovski şi cu butelii de sticlă (Fig. 3.62.).

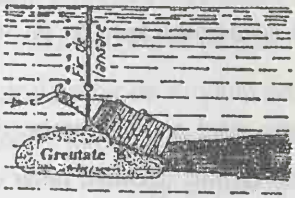


Fig. 3.62 Batometru butelie

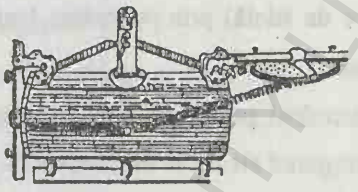


Fig. 3.63 Batometru cu umplere instantanee

Batometrul este un cilindru metalic cu volum variabil (500 - 5000 m^3) prevăzut la ambele capete cu câte un capac metalic acţionate cu arcuri care se comandă (închidere şi deschidere) printr-un cablu sau o greutate (Fig. 3.63.).

Batometrele sunt de două tipuri - cu umplere instantanee şi cu umplere prelungită, ultimul având posibilitatea de a integra regimul pulsatoriu al curentului şi respectiv al aluviunilor în suspensie.

Butelia de sticlă (gen de sticlă de lapte) cu capacitate variabilă (1 - 3 l) montată într-o carcasă metalică ataşată de o tijă metalică cu ajutorul căreia se introduce la adâncimea stabilită. Dopul sticlei este prevăzut cu două orificii pe care intră apa şi se evacuează aerul. Pentru împiedicarea pătrunderii apei până la adâncimea stabilită, un orificiu se blochează cu un dop care se scoate la punctul dorit printr-o sfoară sau un cablu.

Măsurătorile de debit (de aluviuni) se fac de regulă în secţiunile staţiilor hidrometrice deoarece sunt necesare şi determinările de viteză a apei în punctele de recoltare.

Cea mai completă măsurătoare de debit solid este aceea în care se respectă verticalele şi punctele de pe verticale pentru măsurătorile de debit lichid.

BCU IAŞI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

O altă posibilitate este măsurătoarea globală care constă în prelevarea a câte trei probe pe fiecare verticală după care se amestecă şi rezultă o singură probă pe verticală.

Procedeul integral constă în umplerea vasului colector (batometru sau butelie de sticlă) prin coborârea lentă pe toată adâncimea apei de pe verticala respectivă.

Procedeul probei unitare înseamnă prelevarea unei singure probe dintr-un anumit punct ales şi la un interval de timp stabilit (zilnic, decadal, lunar etc.).

Datorită caracterului pulsatoriu al curenţilor apei, aluviunile în suspensie (turbiditatea) variază în limite largi din care cauză se adoptă procedeele de prelevare cu umplere lentă (perioade de timp - un minut, fracţiuni de oră, ore).

Probele de apă prelevate se filtrează în laborator, după ce în prealabil s-a cântărit filtrul neîncărcat cu materialul în suspensie. Cântărirea filtrului se face după ce a fost uscat într-o etuvă la 105^0 C. Urmează filtrarea probei de apă, uscarea filtrului cu materialul în suspensie reţinut, tot la 105^0 C, şi cântărirea lui.

Diferenţa de greutate dintre filtrul liber şi filtrul cu suspensii reprezintă cantitatea de material reţinut în procesul filtrării, material care este reprezentat de aluviuni şi de substanţe organice. Pentru separarea substanţelor organice de cele minerale se arde filtrul într-un creuzet. Diferenţa dintre filtrul cântărit după reţinerea suspensiilor şi greutatea rezultată după ardere este tocmai cantitatea de aluviuni cu care se trece apoi la calcularea debitului de aluviuni în suspensie.

Ca şi în cazul debitului lichid, şi debitul de aluviuni se poate calcula prin mai multe metode din care cea grafomecanică şi analitică sunt cele mai folosite.

3.5.5.2. METODE DE CALCUL AL DEBITULUI ÎN SUSPENSIE (GRAFOMECANICĂ, ANALITICĂ)

Înainte de a trece la calcularea debitului de aluviuni în suspensie prin una din metodele menţionate se calculează turbiditatea fiecărei probe (ρ) şi debitul unitar de aluviuni (α).

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Turbiditatea se determină potrivit relaţiei:

$$\rho = (P * 10^6) / A \quad (g/m^3) . \tag{3.96}$$

unde:

P este greutatea aluviunilor determinate într-un punct (g);

A - volumul probei de apă din care a rezultat P (cm^3).

Debitul unitar de aluviuni este cantitatea de aluviuni ce trece prin unitatea de suprafaţă în unitatea de timp conform relaţiei:

$$\alpha = \rho * v \quad (g/m^2 * s) . \tag{3.97}$$

unde:

ρ este turbiditatea (g/m^3);

v - este viteza apei în punctul respectiv (m/s) (Fig. 3.64.)

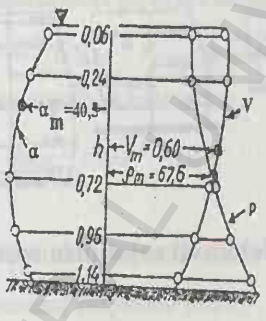


Fig. 3.64 Reprezentarea epurelor
v, ρ şi α pe o verticală

Metoda grafomecanică constă în reprezentarea pe fiecare verticală a vitezelor apei (hodograful vitezei), a turbidităţii (ρ) şi a debitului unitar de aluviuni (α) conform schiţei alăturate (Fig. 3.65.).

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

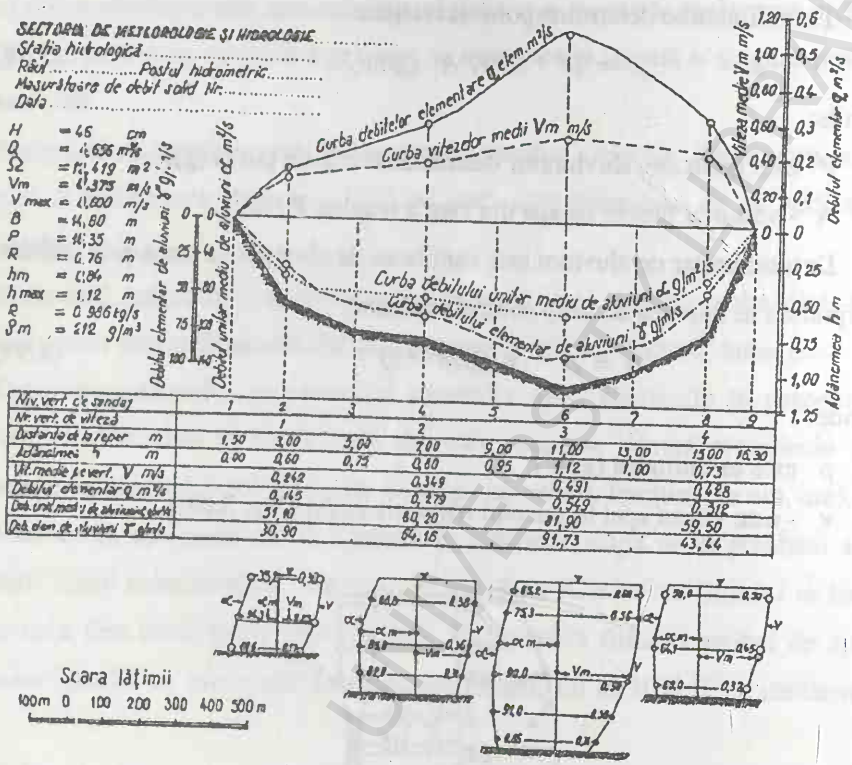


Fig. 3.65 Calcularea debitului solid prin metoda grafoanalitică

Prin planimetrarea suprafeţei dintre axa h (adâncimea apei), nivelul apei (H), fundul albiei şi curba debitului unitar de aluviuni se obţine F_α (suprafaţa) cu ajutorul căreia se determină debitul mediu unitar de aluviuni (α_{med}) conform relaţiei:

$$\alpha_{med\ verticala} = F_\alpha / h \quad (g/m^2 * s). \tag{3.98}$$

Cu debitul mediu unitar de aluviuni şi adâncimea verticalei se determină debitul elementar de aluviuni în suspensie pe fiecare verticală după relaţia:

$$\gamma = \alpha_{med} * h \quad (g/m*s). \tag{3.99}$$

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Debitul de aluviuni în suspensie (R) se calculează ca şi în cazul debitului de apă, adică se planimetrează hodografele debitelor elementare de aluviuni (γ) şi se înmulţeşte valoarea obţinută cu scara grafică a acestuia şi lăţimea râului.

Metoda analitică pleacă de la aceleaşi debite unitare medii de aluviuni pe fiecare verticală (α_{med}) conform relaţiilor:

- pentru verticale cu măsurători pe cinci adâncimi

$$\alpha_{med} = 0,1\,(\rho_{supr} * v_{supr} + 3\rho_{0,2h} * v_{0,2h} + \\ +3\rho_{0,6h} * v_{0,6h} + 2\rho_{0,8h} * v_{0,8h} + \rho_{fund} * v_{fund}) \quad (3.100)$$

- pentru verticale cu măsurători pe trei adâncimi

$$\alpha_{med} = 0,25\,(\rho_{0,2h} * v_{0,2h} + 2\rho_{0,6h} * v_{0,6j} + \rho_{0,8h} * v_{0,8h}). \quad (3.101)$$

- pentru verticale cu măsurători pe două adâncimi:

$$\alpha_{med} = 0,5\,(\rho_{0,2h} * v_{0,2h} + \rho_{0,8h} * v_{0,8h}). \quad (3.102)$$

- pentru verticale cu o singură măsurătoare:

$$\alpha_{med} = \rho_{0,6h} * v_{0,6h}\,. \quad (3.103)$$

unde:

ρ este turbiditatea în punctul respectiv (g/m^3);

v - viteza apei în punctul respectiv (m/s);

h - adâncimea apei în punctul măsurat (m).

Având debitele unitare medii a aluviunilor pe verticale (α_1, α_2, ... α_n) se calculează debitul R pe întreaga secţiune după relaţia:

$$R = 0,001\left(\frac{2}{3}\alpha_1\omega_0 + \frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}\omega_1 + \ldots + \frac{\alpha_{n-1}+\alpha_n}{2}\omega_{n-1} + \frac{2}{3}\alpha_n\omega_n\right) \\ \text{(kg/s).} \quad (3.104)$$

unde:

α_1, α_2, ..., α_n sunt debitele unitare medii ale aluviunilor (g/m^2/s)

ω_1, ω_2, ..., ω_n sunt suprafeţele dintre verticale (m^2).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Debitul R se poate calcula şi cunoscând turbiditatea medie pe verticale (ρ_1, ρ_2, ..., ρ_n) şi debitele lichide corespunzătoare (Q_1, Q_2, ..., Q_n) potrivit relaţiei:

$$R = 0{,}001\left(\rho_1 Q_0 + \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} Q_1 + \ldots + \frac{\rho_{n-1} + \rho_n}{2} Q_{n-1} + \rho_n Q_n\right) \quad \text{(kg/s)} \qquad (3.105)$$

Pentru o singură măsurătoare relaţia este $R = \rho_m Q$ în kg/s.

Pentru determinarea debitului zilnic al aluviunilor în suspensie transportate de râu, ca şi în cazul debitelor lichide se procedează la întocmirea graficului de corelaţie R = f (H) sau R = f(Q) după care se definitivează cheia tabelară a lui R sau ρ. Pe baza cheii tabelare se extrag valorile zilnice ale lui R după care se calculează şi ceilalţi parametri - debitul de aluviuni în suspensie mediu lunar, mediu anual, maxim şi minim.

Tot pe baza debitului de aluviuni în suspensie mediu anual ($R_{m.an}$) sau turbidităţi ($\rho_{m.an}$) se poate evalua volumul mediu anual astfel:

$$w = R_m * 31560 \text{ (tone/an)} \text{ sau } w = Q_m * \rho_m * 31{,}560 \text{ (tone/an).} \qquad (3.106)$$

Dacă volumul (w) se raportează la suprafaţa bazinului hidrografic corespunztor staţiei hidrometrice se obţine scurgerea de aluviuni în suspensie medie specifică $\bar{r}$ (t / ha * an sau t / km^2 * an).

3.5.6. MĂSURAREA ŞI PRELUCRAREA DEBITELOR DE ALUVIUNI TÂRÂTE

Debitul târât sau de fund, aşa cum s-a arătat la început depinde de granulometria particulelor componente, de viteza şi panta râului la un moment dat. Trecerea din aluviuni în suspensie în aluviuni de fund şi invers are loc în funcţie de parametrii amintiţi.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Determinarea acestei componente prezintă greutăţi din cauza perturbării vitezei şi deplasării particulelor atunci când se introduce instrumentul de prelevare care se numeşte tot batometru.

Sunt mai multe tipuri de batometre. Se va prezenta sumar numai batometrul folosit în reţeaua hidrometrică din România (Fig. 3.66).

O cutie (1) având secţiunea de intrare (2) de 22 cm lăţime şi 20 cm înălţime şi secţiunea de ieşire (3) de dimensiune dublă faţă de (2). Partea superioară este liberă iar cea inferioară constituită dintr-o plasă (4). Pe partea inferioară se află un grătar tip jaluzelă îndreptată spre aval. Lungimea cutiei (5) este de 80 cm.

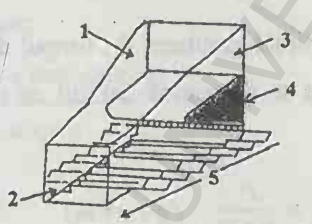


Fig. 3.66 Batometru de fund

Acest tip de batometru are posibilitatea să capteze aluviuni (particule) până la 12 mm diametru.

Pentru râurile din zona muntoasă se folosesc batometre sită care pe un cadru metalic dreptunghiular de 20 cm lăţime este montată o plasă de sârmă. Ochiurile sârmei se dimensionează în funcţie de diametrul particulelor până la care se doreşte a fi captate. De regulă se au în vedere particule până la 10 - 15 mm diametru.

Timpul de recoltare cu batometrele de fund variază între 90 secunde şi 10 minute în funcţie de viteza apei şi mărimea aluviunilor; la viteză mai mare de 1,0 m/s şi la dimensiuni ale particulelor sub 10 mm timpul de recoltare este mai

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

mic; la viteze mai mici de 0,2 m/s şi particule mai mari de 10 mm timpul de recoltare este mai lung.

Probele de aluviuni recoltate astfel se usucă şi se cântăresc. Se mai foloseşte şi procedeul volumetric în sensul că după scurgerea apei se introduc aluviunile într-un cilindru gradat determinându-se volumul V în cm^3 şi apoi greutatea P în grame după ce în prealabil se determină în laborator greutatea specifică a aluviunilor γ în g/cm^3.

În aceste condiţii greutatea P se calculează cu relaţia:

$$P = \gamma * V \quad . \tag{3.107}$$

unde:

$\gamma \approx 1{,}65\ g/cm^3$.

Având în fiecare verticală greutatea P , timpul de recoltare T şi lăţimea b pe care s-a făcut recoltarea se determină debitul de aluviuni de fund (g) care se calculează după relaţia:

$$g = \frac{P}{b * T} \quad (g/s*m) \quad . \tag{3.108}$$

Calculul debitelor de aluviuni de fund pe întreaga secţiune (G) se face prin metodele enunţate anterior (la debite lichide şi la cele de aluviuni în suspensie) şi anume: grafomecanică, grafoanalitică, analitică.

În coninuare redăm relaţia pentru metoda analitică:

$$G = \frac{1}{100}\left(\frac{g_1}{2}b_0 + \frac{g_1+g_2}{2}b_1 + \ldots + \frac{g_{n-1}+g_n}{2}b_{n-1} + \frac{g_n}{2}b_n\right). \tag{3.109}$$

unde:

$g_1, g_2, \ldots, g_n$ sunt debitele elementare pe verticală 1,2,..., n

$b_1, b_2, \ldots, b_n$ - distanţele între verticalele de viteză;

b_0 şi b_n - distanţele dintre verticalele extreme.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.5.7. SEDIMENTAREA ALUVIUNILOR

Aluviunile în suspensie sau târâte prin scăderea vitezei apei şi a pantei râului se depun pe fundul albiei sau la marginea unei mări, ocean, lac unde debuşează curentul de apă.

Viteza de sedimentare se calculează potrivit relaţiei:

$$V = \frac{2}{9} g \frac{r^2 (\gamma - \gamma_a)}{\eta} . \qquad (3.110)$$

unde:

g este acceleraţia gravitaţională (m/s^2)

r - raza particulei solide;

γ - greutatea specifică a particulelor;

γ_a - greutatea specifică a apei;

η - vâscozitatea apei.

3.5.8.SCURGEREA SOLIDĂ (DE ALUVIUNI) PE TERITORIUL ROMÂNIEI

Acest aspect al regimului de scurgere pe râuri a fost analizat pe baza măsurătorilor la circa 200 staţii hidrometrice.

Se remarcă o relaţie bună între Q şi R pe principalele râuri mari (Someş, Mureş, Olt, Jiu, Argeş, Ialomiţa şi Siret) cu o creştere a gradientului de variaţie o dată cu trecerea râurilor din zona muntoasă în cea subcarpatică şi de podiş şi din nou o scădere în zona de câmpie. Deci, în cazul acestui parametru se poate afirma ca la ceilalţi parametri o creştere a turbidităţii odată cu creşterea altitudinii.

Corelaţia dintre Q şi R pentru teritoriul României are forma

$$\log R = 1{,}25 \log Q \qquad (3.111)$$

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În bazine mai mici cu condiţii fizico-geografice omogene legătura dintre Q şi R este bine pusă în evidenţă.

Pentru transpunerea în teritoriu a debitului mediu specific de aluviuni în suspensie (γ în t / ha * an) s-a procedat la corelaţia acestuia cu altitudinea. Din analiza acestei hărţi se constată că valorile cele mai mari între 10 - 25 t / ha * an se găsesc în regiunea subcarpatică de la Curbura Carpaţilor. Pe unele bazine mici valorile depăşesc 100 t / ha * an ajungând la cifre foarte mari (400 - 500 t / ha * an) (Fig. 3.67).

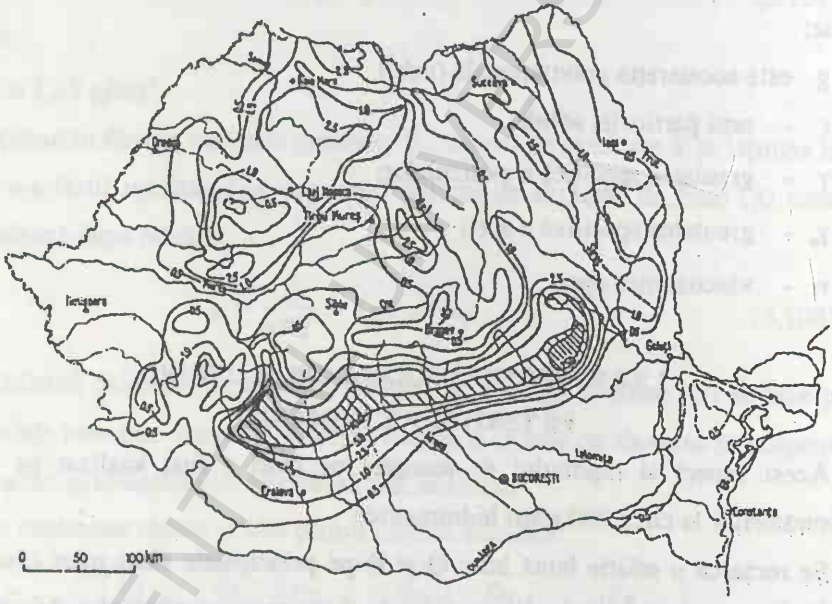


Fig. 3.67 Scurgerea medie de aluviuni în suspensie (t/ha.an) (după Atlas R. S. România, 1974)

În ceea ce priveşte turbiditatea medie (g/m^3) se remarcă aceeaşi repartiţie teritorială ca în cazul scurgerii de aluviuni medie specifică (γ în t / ha * an).

Astfel, cele mai mici valori se întâlnesc în zona muntoasă înaltă constituită din şisturi cristaline şi roci eruptive rezistente la eroziune (sub 100 g/m^3) iar cele mai mari tot pe spaţiul subcarpatic şi piemontan (peste 2.500 g/m^3, ajungând la peste 25.000 g/m^3 în subcarpaţii de la curbură); în Câmpia Română

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

unde energia de relief şi scurgerea medie lichidă este redusă valorile sunt sub 250 g/m^3 (Fig. 3.68).

Ca valoaree medie pe ţară, scurgerea medie specifică este de 1,88 t/ ha * an, ceea ce înseamnă un volum de 44,5 milioane tone material erodat şi transportat de reţeaua hidrografică interioară a României. Repartizată teritorial, partea vestică a ţării până la Cerna inclusiv, totalizează 8,8 mil. tone/an, respectiv 1,0 t / ha * an acoperind o suprafaţă a ţării de 35 %, iar partea estică, sudică şi sud-estică însumează 35,7 mil. t /ha * an adică 2,4 t / ha * an de pe o suprafaţă de 65 % (Geografia României, vol. I - Geografie fizică, 1983).

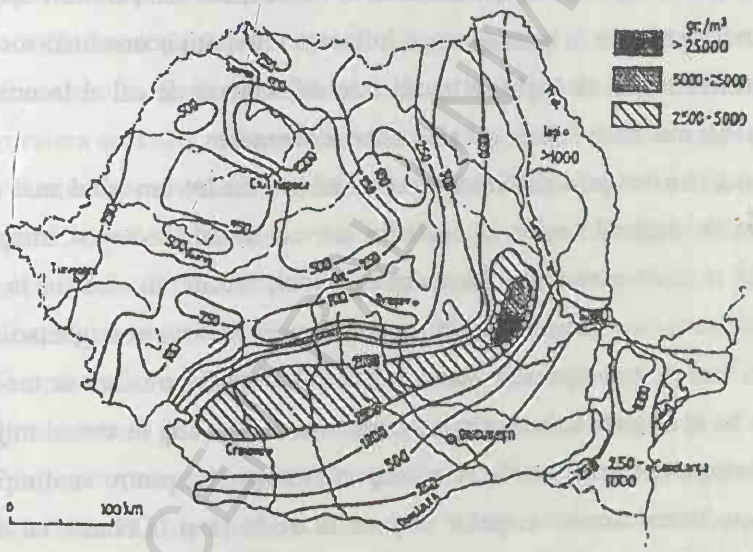


Fig. 3.68 Turbiditatea medie (după C. Diaconu, 1971)

3.6. REGIMUL TERMIC ŞI DE ÎNGHEŢ

3.6.1. REGIMUL TERMIC

Energia termică înmagazinată în apa râurilor provine şi depinde de radiaţia solară, în general, şi de schimbul termic dintre aer - apă şi albia râului - apă, de aportul caloric provenit din scurgerea apei de pe versanţi, din aportul subteran prin intermediul izvoarelor, de conţinutul caloric al apei afluenţilor, de căldura internă provenită din frecarea intermoleculară a apei şi alte surse.

Din enumerarea căilor de recepţionare a energiei calorice reiese că factorii climatici şi , în special, temperatura aerului sunt determinanţi în configuraţia regimului termic al apei râurilor. În afară de factorii climatici, viteza de curgere în albie a apei, debitul de apă, contribuie la influenţarea temperaturii apei. La acestea trebuie să se ia în considerare şi influenţa activităţii economico-sociale.

Regimul termic şi de îngheţ al râurilor se diferenţiază de cel al lacurilor şi, evident, mult mai mult faţă de cel al mărilor şi oceanelor.

Termica râurilor prin dinamica apei în albie este într-un grad mai redus dependent de regimul termic al mediului într-un anumit sector şi integrează trăsăturile şi a altor sectoare din amonte. Astfel, râurile cu obârşia în zona muntoasă, care se alimentează în multe cazuri din topirea gheţarilor şi zăpezilor, temperatura apei este scăzută (4-5 °C), temperatură care se modifică destul de încet în sectoarele de aval. Aceste "ape reci" ajung în cursul mijlociu constituind ape termice azonale. Acest aspect este specific pentru anotimpul de vară. Azonalitatea termică a apelor se pune în evidenţă şi la râurile cu debite mari de apă, la râurile care se alimentează din carst.

Odată făcute aceste precizări, reiese că regimul termic al apei râurilor care depinde de regimul termic al aerului în cea mai mare parte, va relfecta caracteristicile zonelor climatice ale Terrei - ecuatorială, tropicală, mediteraneeană, temperată, polară.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În aceste condiţii analiza regimului termic care se face, sumar, în continuare se referă la termica apei râurilor din zona temperată şi respectiv a celor din România.

Se mai impune o precizare şi anume - temperatura apei urmăreşte cu oarecare inerţie (întârziere) temperatura aerului.

Distribuţia temperaturii în secţiune transversală. Datorită curgerii turbulente a apei în albie are loc o omogenizare a temperaturii apei. Această omogenizare este mai mare la râurile cu debit mic şi viteză mare. La râurile mari, cum este Dunărea sau chiar Siret, Olt, Mureş, în sectoarele inferioare unde panta şi respectiv viteza apei sunt mai mici, se pune în evidenţă o diferenţiere sensibilă în profil transversal. Astfel, la maluri în timpul verii temperatura este mai mare cu 1 - 2 °C faţă de cea din centrul albiei şi faţă de cea de la adâncimea de 0,5 - 1 m. În timpul toamnei şi iernii până la apariţia fenomenelor de iarnă şi a podului de gheaţă situaţia se inversează, adică temperatura apei este mai mică la maluri şi la suprafaţă decât în centrul albiei.

Variaţia diurnă şi anotimpuală. Spre deosebire de lacuri care au apa relativ stagnantă, şi care în funcţie de volumul de apă reflectă cu mai multă fidelitate temperatura aerului, râurile răspund, aşa cum s-a precizat anterior, la variaţiile termice diurne, sezoniere şi anuale ale aerului, dar cu mai redusă fidelitate.

Temperaturile medii anotimpuale ale apei se înscriu iarna între 0 şi 2 °C, primăvara între 4 şi 10 °C, vara între 6 şi 22°C şi toamna între 6 şi 11°C.

Temperatura medie anuală, maximă, minimă. *Temperatura medie anuală* variază între 4°C în zona muntoasă şi 12 °C în cea de câmpie cu un gradient mediu pe verticală de 0,5 °C/100m (până la altitudinea de 400 m aceasta este de 1 °C /100m şi peste această limită de 0,33 °C/100 m).

Dacă se analizează harta cu distribuţia temperaturii medii anuale a apei se constată: temperatura de 5 °C se întâlneşte pe culmile înalte ale Carpaţilor (Bucegi, Făgăraş, Parâng, Lotru, Cindrel, Şurianu, Retezat), temperatura de 8°C conturează spaţiul carpatic, temperatura de 12 °C regiunea Câmpiei Române în timp ce temperatura de 11 °C delimitează Câmpia de Vest (Fig. 3.69).

BCU ASTRA CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

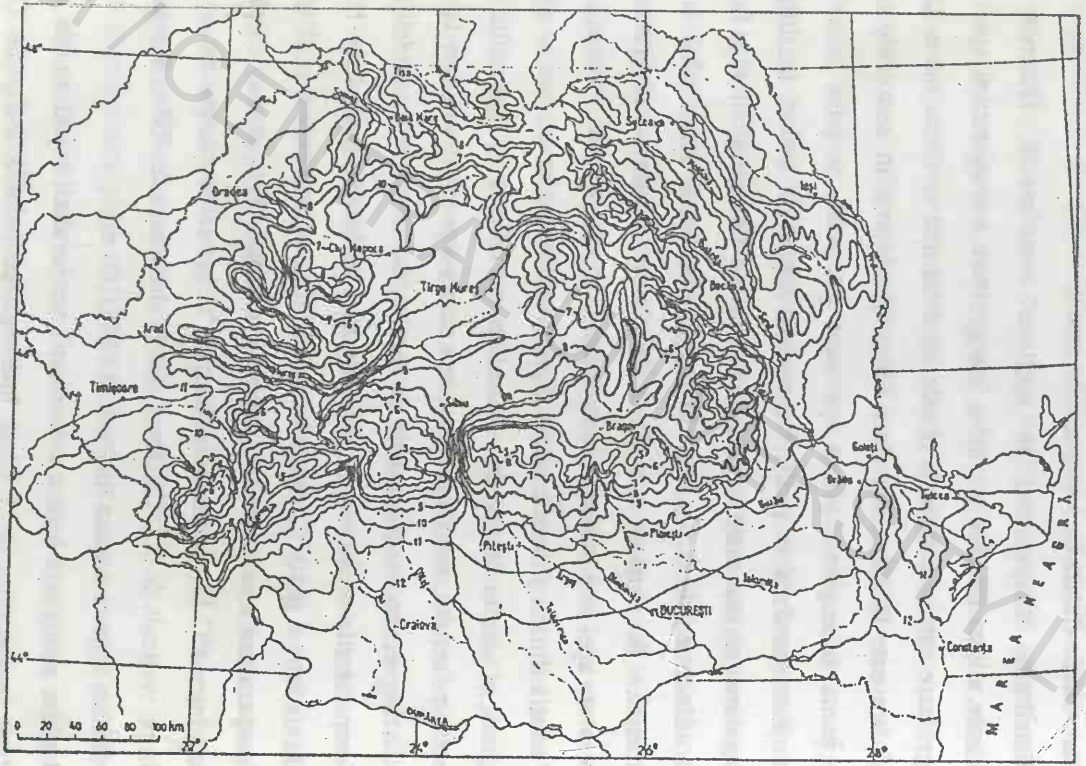


Fig. 3.69 Temperatura medie anuală (^{o}C) a râurilor (după Geografia României, 1983)

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Temperaturile maxime se înregistrează în lunile iunie-august cu valori între 12 - 22 °C în spaţiul muntos, între 18 - 30 °C în regiunea de dealuri subcarpatice şi între 25 - 35 °C în regiunea de podiş şi de câmpie.

Temperaturile minime, după cum este de aşteptat, se înregistrează în timpul iernii (decembrie - februarie), uneori şi în luna martie, care sunt în jur de 0 °C dar şi sub acest prag (-2 °C) în cazul râurilor de munte cu viteză şi pantă mare până la formarea podului de gheaţă.

Trecerea temperaturilor medii zilnice prin pragurile de 5°, 10°, 15° şi 20°C înregistrează o evoluţie în timp şi pe altitudine. În prima jumătate a anului suferă o întârziere o dată cu creşterea altitudinii iar în a doua parte a anului o scădere.

Intervalul cu temperatura > 5 °C creşte cu altitudinea de la 100 - 120 zile la peste 200 zile pe an. La aproximativ 1.200 m altitudine, temperaturile mai mari şi mai mici de 5 °C sunt egale.

3.6.2. FENOMENELE DE ÎNGHEŢ

Durata şi intensitatea fenomenelor de îngheţ sunt determinate de gradul şi durata temperaturii aerului sub 0 °C.

Apariţia fenomenelor de îngheţ pe râuri, pe lângă scăderea temperaturii aerului sub 0 °C şi suma acestora (Σt^o), mai este în funcţie şi de viteza apei, gradul de mineralizare, debitul de apă, ponderea alimentării subterane şi, în deosebi, a izvoarelor din zonele carstice, de evacuarea unor ape calde de la obiectivele industriale (termocentrale) etc.

Din analizarea fenomenelor de îngheţ şi suma temperaturilor negative (Σt^o) la un număr important de staţii hidrometrice în România s-a constatat că la o sumă Σt^o de 800 - 900 °C grosimea stratului (podului) de gheaţă este între 50 - 60 cm şi chiar mai mult.

$$H = \rho \sqrt{\Sigma t^o} \ . \tag{3.112}$$

$$deci, H = f(\Sigma t^o, h, v, R) \ . \tag{3.113}$$

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

unde:

H este grosimea stratului de gheaţă;

ρ - coeficientul condiţiilor locale;

Σt° - suma temperaturilor negative ale aerului;

h - grosimea stratului de zăpadă;

v - viteza curentului de apă;

R - particularităţi ale locului de formare a gheţii.

3.6.2.1. FORMELE DE GHEAŢĂ

Primele fenomene de îngheţ sunt acele de gheaţă care apar la suprafaţa râului, ce se manifestă sub forma unor ace de gheaţă de câţiva mm lungime iar apa capătă un aspect lucios. În aceleaşi condiţii la malurile râurilor se formează, ca urmare a răcirii mai mult a apei, pojghiţă de gheaţă, numită gheaţă la mal.

Prin formarea acelor de gheaţă şi a gheţii la mal are loc un proces de suprarăcire a apei care favorizează formarea cristalelor de gheaţă în jurul particulelor de aluviuni în suspensie şi a celor de pe fund.

Pe măsură ce cristalele de gheaţă se dezvoltă se desprind de pe suportul iniţial şi ajung la suprafaţa apei formându-se gheaţă spogioasă sau superficială (Fig. 3.70)

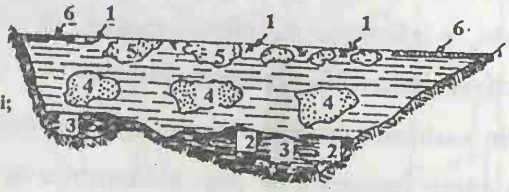


Fig. 3.70 Schema formării gheţii în râuri

1, cristale şi discuri mici de gheaţă;
2, particulele solide ale fundului albiei;
3, gheaţă de fund;
4, năboi din interiorul apei;
5, năboi de suprafaţă;
6, gheaţă cristalizată şi prinsă de mal.

În condiţiile în care temperatura aerului continuă să fie negativă iar Σt° creşte, gheaţa spogioasă se uneşte prin apa ce îngheaţă între aceste bucăţi şi se formează sloiurile de gheaţă care în continuare prin acoperirea întregii suprafeţe

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

a apei râului constituie podul de gheață , formațiune stabilă o anumită perioadă de timp, a cărui grosime crește treptat și influențează scurgerea lichidă în albie (Fig. 3.71).

În afară de acest proces evolutiv se mai întâlnește formațiunea numită năboi, care în alte regiuni din țară este cunoscută de zai sau inie și care este o aglomerare de gheață buretoasă, afânată și opacă, constituită din gheață desprinsă de fund încorporată în zăpadă și gheață prinsă de mal.

Fig. 3.71 Succesiunea stratelor de zăpadă, gheață și năboi în secțiune transversală

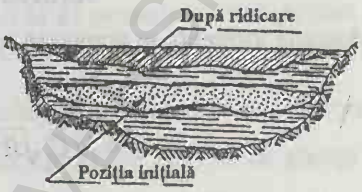


Fig. 3.72 Ridicarea podului de gheață în condițiile creșterii nivelului apei din râu

Podul de gheață are câteva etape de constituire și anume: pod de gheață cu ochiuri, ochiuri de apă care în unele situații se pot menține tot timpul iernii datorită prezenței unor surse de apă subterane sau deversării de apă cu temperaturi de peste 0 °C, la confluențe etc. Dar dacă temperatura aerului scade și are continuitate, pe unele râuri mai mici, înghețul poate să fie total, până la fund.

Se mai întâlnesc situații de pod de gheață suspendat în cazul unei albii mai înguste cu pod de gheață bine prins de maluri și urmat de o scădere a nivelului apei sub podul de gheață (Fig. 3.72).

O situație inversă este a suprapunerii podurilor de gheață, când nivelul apei râului crește și apa curge peste podul de gheață, iar ulterior o nouă scădere a temperaturii aerului duce la formarea unui al doilea pod de gheață.

Dezghețul oferă câteva aspecte care se manifestă în procesul scurgerii lichide. În procesul de creștere a temperaturii aerului, încălzirea malurilor râului determină desprinderea podului de gheață care, asociat cu creșterea nivelului

BCU CLUJ / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

apei, produce fracturarea acestuia şi punerea în mişcare a blocurilor de gheaţă, proces cunoscut sub denumirea de scurgerea sloiurilor.

Dacă aceste sloiuri ajung într-un sector de râu încă blocat de pod de gheaţă se produc aglomerări de sloiuri, adevărate baraje de gheaţă numite zăpoare, cu consecinţe negative, păgubitoare datorită ridicării nivelului de apă în amonte de baraj, ceea ce conduce la producerea inundaţiilor.

3.6.2.2. INFLUENŢA FENOMENELOR DE ÎNGHEŢ ASUPRA APEI ÎN RÂURI

Această influenţă se apreciază conform următoarelor relaţii:

$$Q = \Omega C \sqrt{RI} = \frac{\Omega R^{\frac{2}{3}} \sqrt{I}}{n}. \qquad (3.114)$$

unde:

Q este debitul normal;

n - coeficient de rugozitate;

I - panta suprafeţei apei;

Ω - secţiunea de scurgere $\Omega = B * h$;

R - raza hidraulică.

Debitul de iarnă este:

$$Q_i = \Omega C_i \sqrt{R_i I} = \frac{\Omega R_i^{\frac{2}{3}} \sqrt{I}}{n}, \quad \frac{Q_i}{Q} = \left(\frac{R_i}{R}\right)^{2/3}. \qquad (3.115)$$

În condiţiile în care h este neglijabil faţă de B rezultă:

$$R = \frac{\Omega}{B+2h} = \frac{\Omega}{B}, \; R_i = \frac{\Omega}{2B+2h} = \frac{\Omega}{2B}, \; \frac{Q_i}{Q} = \left(\frac{\Omega}{2B}\frac{B}{\Omega}\right)^{2/3} = \frac{1}{\sqrt{2^2}} = 0{,}65 \; . \qquad (3.116)$$

Deci debitul de iarnă va fi cam 0,7 din debitul de vară în condiţiile existenţei podului de gheaţă.

Raportul Q_i / Q se notează cu K_i, numit coeficient de reducere a debitelor de vară pentru perioada podului de gheaţă. K_i are valori din ce în ce mai mici cu

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

cât grosimea podului de gheaţă creşte. Este evident că la un îngheţ total al râului $K_i = 0$.Deci :

$$Q_i = K_i * Q \ . \qquad (3.117)$$

3.6.2.3. FENOMENELE DE ÎNGHEŢ ÎN ROMÂNIA

În România gheaţa la mal şi sloiurile de gheaţă apar pe majoritatea râurilor în prima şi a doua decadă a lunii decembrie. În zonele muntoase înalte şi şi pe râurile din nord-estul ţării aceste faze apar în a treia decadă a lunii noiembrie. Cea mai timpurie apariţie a gheţii la mal a fost la 21 octombrie 1965 pe râul Iza la Vad.

Podul de gheaţă se instalează în a treia decadă a lunii decembrie şi în prima decadă a lunii ianuarie. Data cea mai timpurie a instalării podului de gheaţă s-a consemnat la 2 noiembrie 1956 pr râul Jijia la Victoria (Fig. 3.73. a.).

Durata podului de gheaţă este în medie între 20 - 40 zile pe râurile din vestul ţării şi de 60 - 80 de zile în Maramureş, depresiunile Gheorghieni, Ciucului, Întorsura Buzăului şi în Nordul Moldovei. Perioadele cele mai lungi: 117 zile pe Bistriţa Aurie la ph. Dorna Giumalău în iarna 1953 - 1954, 114 zile pe Olt la ph. Sâncrăieni în iarna 1963 -1964.

Dispariţia podului de gheaţă are loc în februarie (prima decadă) pe râurile din vestul ţării (Crişuri, Timiş, Bega) şi în prima sau a doua decadă a lunii martie în nordul Moldovei şi depresiunile intracarpatice.(Fig. 3.73. b.)

Cea mai târzie dată de dispariţie a podului de gheaţă a fost la 13 aprilie pe Bistriţa Aurie la ph. Giumalău în anul 1956.

Durata totală a fenomenelor de gheaţă variază între 20 - 40 zile pe râurile din vest şi peste 100 zile pe cele din depresiunile intramontene din Transilvania, nordul Carpaţilor Orientali. Durata cea mai mare a fost în iarna 1953 - 1954 şi 1963 - 1964 (148 zile în 1953 - 1954 şi 149 zile în 1963 - 1964 pe Bistriţa Aurie la Dorna Giumalăului şi 141 zile în 1963 - 1964 pe Başeu la ph. Săveni) (Fig. 3.73.c).

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

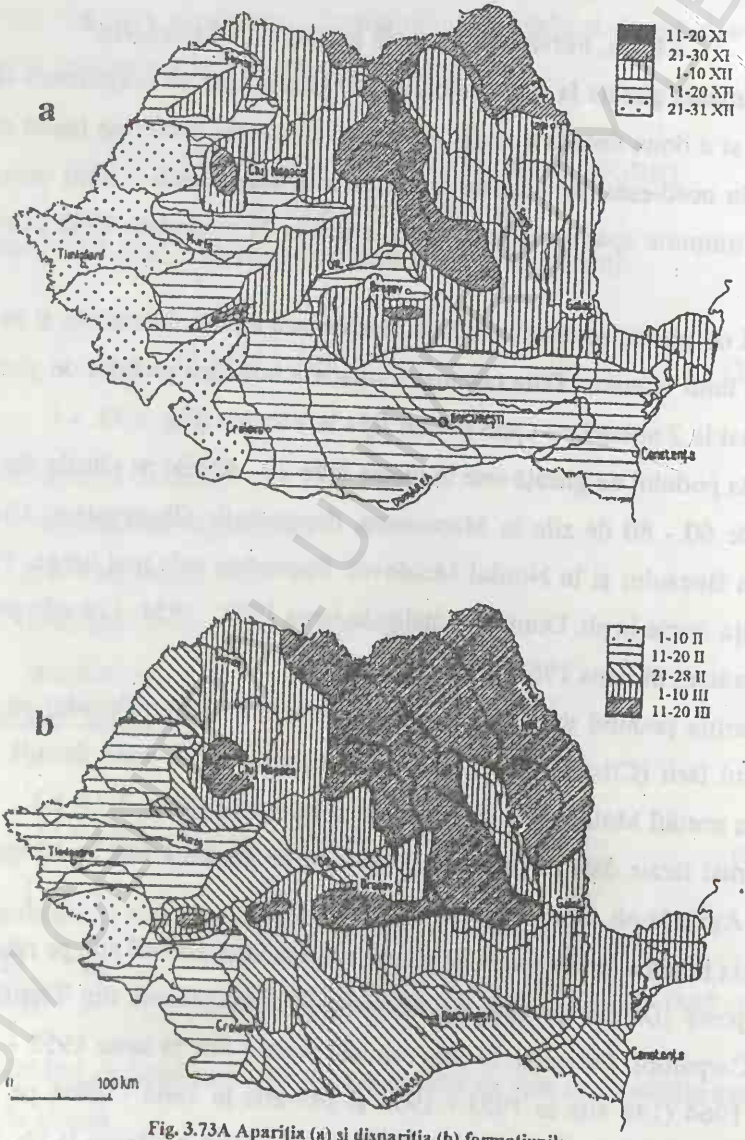


Fig. 3.73A Apariţia (a) şi dispariţia (b) formaţiunilor de gheaţă pe râuri (după Geografia României, 1983)

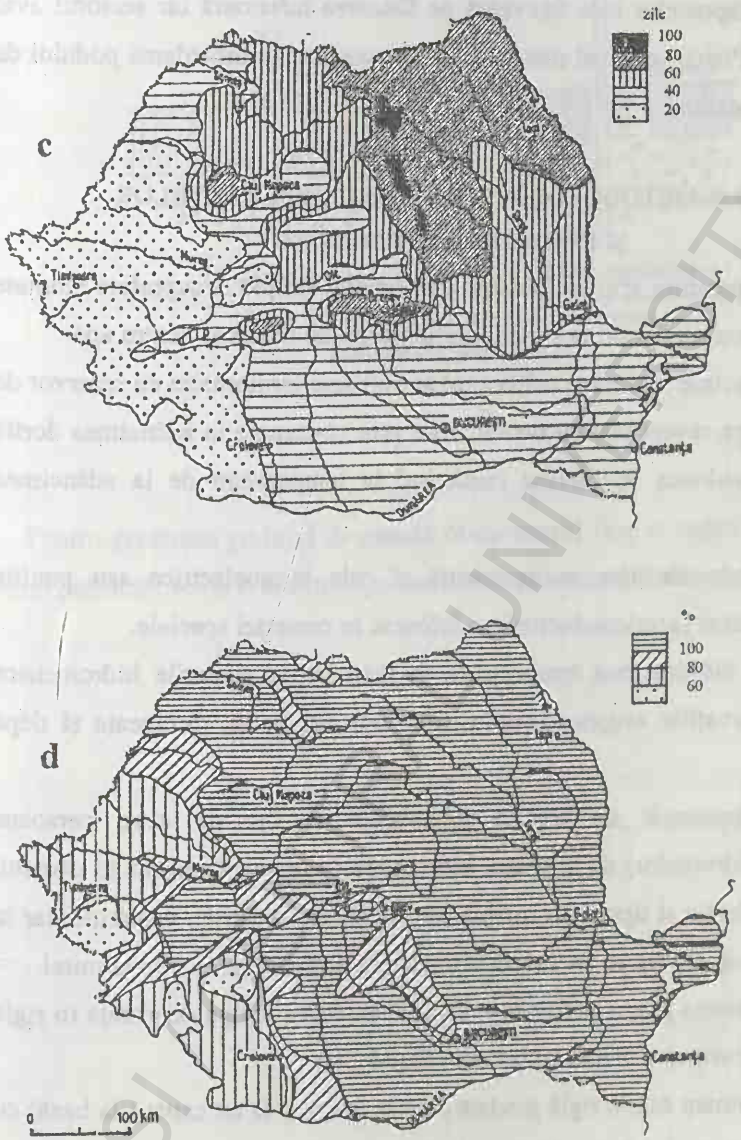


Fig. 3.73B Durata medie (c) şi frecvenţa (d) formaţiunilor de gheaţă pe râuri (după Geografia României, 1983)

BCU IAŞI UNIVERSITY LIBRARY

Formaţiunile de gheaţă şi în special podul de gheaţă reduce cu 30 - 35% scurgerea lichidă în unii ani (Mureş 1952 - 1953 şi 1971 - 1972).

Formarea zăpoarelor este frecventă pe Dunărea inferioară iar sectorul aval Galaţi (Cotul Pisicii) este cel mai periculos necesitând bombardarea podului de gheaţă şi a zăpezilor.

3.6.3.1. METODOLOGIA EFECTUĂRII OBSERVAŢIILOR ŞI INSTRUMENTE FOLOSITE

Pentru temperatura apei se folosesc termometre simple la suprafaţă montate într-o carcasă metalică care la partea inferioară are un rezervor pentru apă.

Pentru adâncime mai mică (câţiva m) se folosesc termometre cu rezervor de apă, termometre reversibile cu mercur care prin răsturnare la adâncimea dorită se întrerupe, coloana de mercur rămânând la temperatura de la adâncimea respectivă.

Termometrele electrice cu rezistenţă şi cele termoelectrice sau punţile termice cu senzori (semiconductori) se folosesc în cercetări speciale.

În reţeaua hidrometrică temperatura se măsoară la posturile hidrometrice odată cu observaţiile asupra nivelului (de două ori pe zi, dimineaţa şi după amiaza).

Pentru fenomenele de îngheţ observaţiile se fac de către persoana (muncitorul hidrometru) de la postul hidrometric care consemnează în carnetul de observaţii datele şi tipurile formaţiunilor de gheaţă (apariţie, dispariţie) iar în cazul podului de gheaţă se fac măsurători asupra grosimii în secţiunea mirei.

Pentru grosimea gheţii se folosesc două dispozitive: clupa de gheaţă (o riglă cu talpă şi un cursor) şi mira răşchitoare (Fig. 3.74.).

Mira răşchitoare este o riglă gradată care se termină la un capăt (la bază) cu o lamă metalică ataşată în unghi drept în formă de V.

Şi observaţiile asupra fenomenelor de îngheţ se fac tot de două ori pe zi (orele 7 şi 17) ca şi pentru niveluri şi temperatură.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

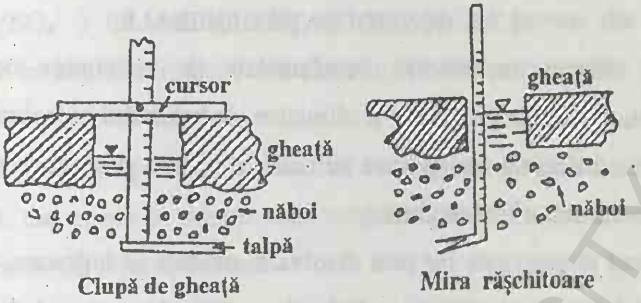


Fig. 3.74 Dispozitive pentru măsurarea podului de gheață

Pentru grosimea podului de gheață observatorul face o copcă în apropierea mirei nidrometrice şi o întreține pe toată perioada acestui fenomen.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.7. CHIMISMUL ŞI CALITATEA APEI RÂURILOR

3.7.1. CONSIDERAŢII GENERALE

Spectrul chimic, în condiţii neinfluenţate de activitatea omului, este determinat de condiţiile geologice şi climatice ale bazinului hidrografic.

Substanţele minerale transportate de râuri în soluţie şi suspensie provin din solurile şi rocile suprafeţei de drenaj.

Rocile sunt dezagregate iar prin dizolvare, oxidare şi hidratare, o parte din acest material este antrenat prin soluţie şi mecanic în procesul de scurgere a apei. Din toate mineralele constituiente din rocile atacate de apă şi solubile în anumite limite, numai câţiva constituienţi sunt prezenţi în cantităţi apreciabile în apele naturale.

Precipitaţiile atmosferice aduc la suprafaţa bazinului hidrografic puţine cantităţi de substanţe dizolvate, în schimb, umezeala aerului joacă un rol important în meteorizaţia rocilor.

Cantitatea de substanţe dizolvate prin apa rezultată din precipitaţii şi scursă la suprafaţa uscatului, depinde de perioada de timp cât vine în contact cu roca şi natura acesteia.

Componentele dizolvate în apa râurilor şi care se găsesc sub forma diferitelor săruri se numesc ioni, care în funcţie de sarcină, pozitivă sau negativă, se împart în cationi (calciu, magneziu, sodiu, potasiu, mai des întâlniţi) şi anioni (clor, sulfat, bicarbonatat, carbonatat, nitrat etc.). Totalitatea cationilor şi anionilor care se găsesc în apă, sub raport cantitativ, formează mineralizarea apei (concentrarea în săruri sau gradul de mineralizare) exprimat în mg/l sau g/l.

3.7.2. PRINCIPALII CATIONI ŞI ANIONI

Dioxidul de carbon din apa precipitaţiilor la care se mai adaugă şi procesele organice prin acţiunea de dizolvare duce la formarea bicarbonaţilor (HCO_3^-) care se găsesc din abundenţă în apele naturale.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Carbonaţii (CO_3^{-}) din apele naturale provin de la început din descompunerea feldspaţilor şi dizolvarea calcarelor.

Sulfaţii (SO_4^{-}) în cantităţi mari în apa râurilor provin din dizolvarea gipsului, iar în anumite regiuni din sărurile reziduale acumulate în procesul irigaţiilor.

Clorurile (Cl^-) sunt prezente în cantităţi mici în cea mai mare parte a apelor de suprafaţă, dar există în concentraţii mari în apele care drenează regiuni cu roci sedimentare de origine marină.

Nitraţii (NO_3^-) sunt de regulă prezenţi în cantităţi mici în apele naturale dar pot fi în cantităţi mari în apele care drenează solurile bogate în aceste substanţe.

Calciu, magneziu, sodiu şi potasiu sunt constituienţi comuni în toate apele de suprafaţă.

Calciu (Ca^{+} $^{+}$) şi *magneziu* (Mg^{+} $^{+}$) predomină, de regulă, în apele care drenează roci carbonatate (calcita, dolomitul, gipsul, magnezitul şi mica).

Sodiul (Na^+) este predominant în apele care drenează regiunile aride iar *potasiul* (K^+) se găseşte în cantităţi mici în apele naturale. Apele care drenează roci vulcanice au cantităţi mici de substanţe minerale dizolvate şi în suspensie.

Alţi cationi şi anioni. Mulţi cationi care sunt semnificativi în anumite condiţii provin din apele uzate de la diferite obiective industriale cum ar fi: cromul, seleniu, arseniu, bariu, cadmiu, cupru, zinc etc.

O menţiune specială se face asupra fierului care în stare ionică se găseşte ca fier bivalent (Fe^{+} $^{+}$) şi fier trivalent (Fe^{+++}), sub formă de coloizi şi compuşi ai fierului cu substanţe organice de natură humică.

Apele de suprafaţă şi cele subterane conţin o cantitate mică de fier şi este transportat în cea mai mare parte de particulele minerale şi organice care îl încorporează.

Şi în cazul altor anioni ca: bromura, nitritul, fosfatul, cianura, provin din apele uzate menajere şi industriale. Astfel, bromura poate proveni din industria farmaceutică şi din apele influenţate de cele marine; nitritul este oxidat în apele de suprafaţă în nitrat care este utilizat în procesul de fotosinteză.

BCU "SPIRU HARET" UNIVERSITY LIBRARY

Fosfaţii ca şi nitraţii sunt folosiţi de plante şi rezultă în cantităţi mari datorită spălării terenurilor fertilizate şi din apele menajere.

3.7.3. COMPUŞII NONIONICI

Dioxidul de siliciu (SiO_2) sau silicea provine din spălarea de către ape a rocilor vulcanice. *Fenolul* în condiţii naturale de ape nepoluate se găseşte extrem de rar, dar devine abundent în apele provenite de la fabricile chimice sau de la rafinării. Datorită mirosului neplăcut aceste ape sunt impropii pentru alimentarea cu apă potabilă şi chiar pentru alte scopuri, fapt ce impune clorinarea şi epurarea lor. Dintre alţi compuşi se mai pot menţiona substanţele petrolifere şi detergenţii.

3.7.4. GAZELE DIZOLVATE

Cele mai semnificative sunt: oxigenul (O_2), dioxidul de carbon (CO_2) hidrogenul sulfurat (H_2S) şi metanul (CH_4).

Oxigenul care în atmosferă formează 20,95 %, în apă prezintă o importanţă deosebită prin faptul că asigură condiţia pentru dezvoltarea organismelor acvatice. Oxigenul din apă provine din atmosferă şi din procesul de fotosinteză. Proliferarea algelor în condiţiile unor mari cantităţi de nitraţi, fosfaţi are drept consecinţă eutrofizarea apelor şi o suprasaturare în oxigen. Cantitatea de oxigen dizolvat variază direct proporţional cu temperatura. (Tab. 3. 11).

Dizolvarea oxigenului din aer în apă şi transmiterea în adâncime se face prin convecţie termică, curenţi, amestec turbulent, iar degajarea în atmosferă prin procesul de fotosinteză când devine suprasaturat, prin oxidare a substanţelor organice.

Cantitatea de oxigen dizolvat în apă se exprimă în mg/l şi în procente în raport cu conţinutul său normal la temperatura şi presiunea corespunzătoare, potrivit relaţiei:

$$O_2\% = \frac{C}{C_0}\,100 \qquad (3.118)$$

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tabelul 3.11

Dizolvarea oxigenului în apă (mg/l) în funcţie de temperatură şi la presiunea de 760 mmHg

Temperatura °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0.	14,16	14,12	14,08	14,04	14,00	13,97	13,93	13,89	13,85	13,81
1.	13,77	13,74	13,70	13,66	13,63	13,59	13,55	13,51	13,48	13,44
2.	13,40	13,37	13,33	13,30	13,26	13,22	13,19	13,15	13,12	13,08
3.	13,05	13,01	12,98	12,94	12,91	12,87	12,84	12,81	12,77	12,74
4.	12,70	12,67	12,64	12,60	12,57	12,54	12,51	12,47	12,44	12,41
5.	12,37	12,34	12,31	12,28	12,25	12,22	12,18	12,15	12,12	12,09
6.	12,06	12,03	12,00	11,97	11,94	11,91	11,88	11,85	11,82	11,79
7.	11,76	11,73	11,70	11,67	11,64	11,61	11,58	11,55	11,52	11,50
8.	11,47	11,44	11,41	11,38	11,36	11,33	11,30	11,27	11,25	11,22
9.	11,19	11,16	11,14	11,11	11,08	11,06	11,03	11,00	10,98	10,95
10.	10,92	10,90	10,87	10,85	10,82	10,80	10,77	10,75	10,72	10,70
11.	10,67	10,65	10,62	10,60	10,57	10,55	10,53	10,50	10,48	10,45
12.	10,42	10,40	10,38	10,36	10,34	10,31	10,29	10,27	10,24	10,22
13.	10,20	10,17	10,15	10,13	10,11	10,09	10,06	10,04	10,02	10,00
14.	9,98	9,95	9,93	9,91	9,89	9,87	9,85	9,83	9,81	9,78
15.	9,76	9,74	9,72	9,70	9,68	9,66	9,64	9,62	9,60	9,58
16.	9,56	9,54	9,52	9,50	9,48	9,46	9,45	9,43	9,41	9,39
17.	9,37	9,35	9,33	9,31	9,30	9,28	9,26	9,24	9,22	9,20
18.	9,18	9,17	9,15	9,13	9,12	9,10	9,08	9,06	9,04	9,03
19.	9,01	8,99	8,98	8,96	8,94	8,93	8,91	8,89	8,88	8,86
20.	8,84	8,83	8,81	8,79	8,78	8,76	8,75	8,73	8,71	8,70
21.	8,68	8,67	8,65	8,64	8,62	8,61	8,59	8,58	8,56	8,55
22.	8,53	8,52	8,50	8,49	8,47	8,46	8,44	8,43	8,41	8,40
23.	8,38	8,37	8,36	8,34	8,33	8,32	8,30	8,29	8,27	8,26
24.	8,25	8,23	8,22	8,21	8,19	8,18	8,17	8,15	8,14	8,13
25.	8,11	8,10	8,09	8,07	8,06	8,05	8,04	8,02	8,01	8,00
26.	7,99	7,97	7,96	7,95	7,94	7,92	7,91	7,90	7,89	7,88
27.	7,86	7,85	7,84	7,83	7,82	7,81	7,79	7,78	7,77	7,76
28.	7,75	7,74	7,72	7,71	7,70	7,69	7,68	7,67	7,66	7,65
29.	7,64	7,62	7,61	7,60	7,59	7,58	7,57	7,56	7,55	7,54
30.	7,53	7,52	7,51	7,50	7,48	7,47	7,46	7,45	7,44	7,43
31.	7,42	7,41	7,40	7,39	7,38	7,37	7,36	7,35	7,34	7,33
32.	7,32	7,31	7,30	7,29	7,28	7,27	7,26	7,25	7,24	7,23
33.	7,22	7,21	7,20	7,20	7,19	7,18	7,17	7,16	7,15	7,14
34.	7,13	7,12	7,11	7,10	7,09	7,08	7,07	7,06	7,05	7,05
35.	7,04	7,03	7,02	7,01	7,00	6,99	6,98	6,97	6,96	6,95

unde:

C este concentraţia oxigenului dizolvat în proba analizată

C_0 - concentraţia de saturaţie a oxigenului la temperatura pe care a avut-o proba în momentul recoltării.

În mod obişnuit cantitatea de oxigen dizolvat este mai mică decât valoarea de saturaţie. Diferenţa este şi mai mare când în apă sunt substanţe organice în descompunere care consumă oxigen în procesele de oxidare.(Fig. 3.75.)

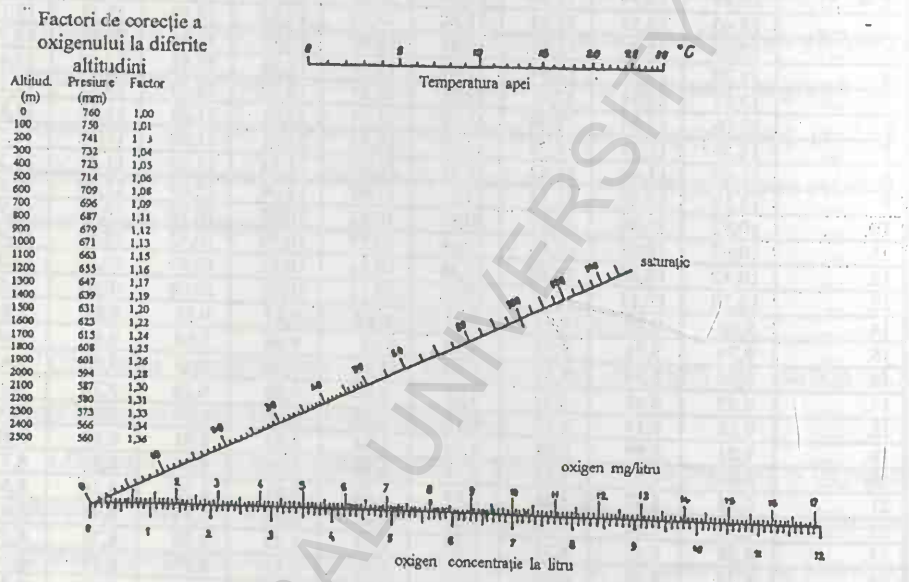


Fig. 3.75 Nomogramă pentru determinarea saturaţiei oxigenului la diferite temperaturi şi altitudini (după Mortimer)

Evoluţia oxigenului dizolvat în 24 de ore este evidentă - mai mare ziua, spre saturaţie datorită procesului de fotosinteză şi scăzut noaptea când acesta încetează.

În funcţie de cantitatea oxigenului se poate face o clasificare a calităţii apei. Cu cât cantitatea de oxigen este mai mică cu atât impurificarea apelor este mai mare.

Tot pentru aprecierea calităţii apelor se consideră consumul chimic de oxigen (CCO) şi consumul biochimic de oxigen (CBO). Aceşti indicatori reflectă cererea şi consumul chimic şi biochimic de oxigen pentru satisfacerea

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

procesului de descompunere a materiei organice prin intermediul carbonaţilor, azotaţilor şi a altor compuşi chimici descompunători.

Dioxidul de carbon (CO_2) (în atmosferă ocupă 0,033%) în apă este în relaţie cu pH-ul şi alcalinitatea.

Dizolvarea CO_2 în apă se face potrivit relaţiei:

$$C = K p \qquad (3.119)$$

unde:

C este CO_2 în mg/l

p - presiunea parţială în atmosferă;

K - factor de proporţionalitate care are valori în funcţie de temperatură.

Tabelul 3.12

Relaţia dintre temperatură (°C) şi factorul K

T°C	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
K	3347	3091	2872	2681	2494	2319	2166	2033	1904	1789	1689

Astfel, CO_2 la presiunea de 0,0033 atm şi 10 ^{0}C are valoarea:

C= 2319 * 0,0033 = 0,76 mg/l (Tab. 3.12.)

Dioxidul de carbon dizolvat în apă trece în acid carbonic şi acesta mai departe prin disociere în bicarbonatat şi carbonatat conform relaţiilor:

$$CO_2 + H_2O \Leftrightarrow H_2CO_3;\ H_2CO_3 \Leftrightarrow H^+ + HCO_3^-;\ HCO_3^- \Leftrightarrow H^+ + CO_3^{--}. \qquad (3.120)$$

În condiţiile variate din natură cu prezenţa cationilor de Ca, Mg şi Na în ape, pe lângă CO_2 şi H_2CO_3 se mai găsesc CO_3^{--} şi HCO_3^-. Dioxidul de carbon se găseşte în apă sub trei forme - nedisociat, parţial disociat şi disociat. Suma acestora dau CO_2 total. Raportul dintre aceste trei forme ale CO_2 depinde de pH-ul soluţiei. Se apreciază că pH = 4,5 este limita inferioară a existenţei CO_2 - lui liber şi respectiv limita inferioară a CO_2- lui din carbonaţi.

Dioxidul de carbon se realizează prin procesele de oxidare şi se consumă prin fotosinteză şi eliminare în atmosferă în faza de saturaţie.

Consumul ridicat de CO_2 liber determină agresivitatea apei şi deci coroziunea betonului, metalelor.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Hidrogenul sulfurat (H_2S) se întâlneşte în apele subterane mai frecvent şi în cele de suprafaţă mai rar. Este foarte solubil. În apele de suprafaţă în procesul descompunerii substanţelor organice cu consum de oxigen şi prin reducerea sulfaţilor din sedimentele sapropelice de fund. H_2S este frecvent în apele reziduale cu impurităţi organice în descompunere. Îndepărtarea lui se face prin agitare (vânturare). Apele cu H_2S sunt agresive datorită mediului prielnic de dezvoltare a bacteriilor.

Prezenţa H_2S în apele subterane nu este nocivă ci dimpotrivă are efect curativ.

Metanul (CH_4) este asociat cu apele de zăcământ petrolifer şi gazeifer, în izvoarele care spală şisturi bituminoase. Împreună cu CH_4 se mai găsesc gazele: CO_2, N_2, H_2S, H_2 şi O_2. Atât metanul cât şi celelalte gaze provin din descompunerea substanţelor organice din mâluri pe seama activităţii microorganismelor.

3.7.5. PRINCIPALELE CARACTERISTICI FIZICO-CHIMICE ALE APELOR RÂURILOR

Prezenţa în apele râurilor a multor constituenţi ionici şi nonionici conferă acestora anumite caracteristici calitative care pot fi numite proprietăţi.

În continuare se vor prezenta cele mai importante proprietăţi ale apelor râurilor care sunt în strânsă legătură cu calitatea acestora.

Duritatea (°dh) este dată de suma cationilor metalici şi îndeosebi a celor alcalini - calciu şi magneziu. Duritatea se exprimă în grade franceze, engleze, germane, americane.

La noi, în România, este adoptată duritatea exprimată în grade germane şi corespunde a 10 mg/l de CaO (sau 7,14 mg/l de MgO sau 24,3 mg/l de $CaCO_3$). Gradul de duritate francez corespunde a 10 mg/l $CaCO_3$ sau 5,728 mg/l CaO.

Exprimarea durităţii în miliechivalenţi de Ca^{++}, Mg^{++}, HCO_3^-, se calculează astfel: 1 miliechivalent de duritate corespunde la 20,04 mg/l Ca^{++} sau 12,16 mg/l Mg^{++}, deci egal cu 2,8 grade germane. Deci, pentru aflarea durităţii în

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

grade germane se înmulţeşte suma miliechivalenţilor de Ca^{++} şi Mg^{++} cu 2,8° dh.

Duritatea poate fi: totală, temporară sau permanentă.

Duritatea totală este suma (concentraţia) cationilor alcalino-pământoşi (calciu şi magneziu).

Duritatea temporară reprezintă partea corespunzătoare a cationilor de Ca şi Mg legaţi de carbonaţi şi bicarbonaţi (duritate carbonatică) care dispare la fierbere.

Duritatea permanentă reprezintă partea din duritate legată de anioni - sulfaţi, cloruri, azotaţi (duritate necarbonatică).

După gradul de duritate apele se împarte în patru categorii:

- foarte moi (0 - 3° dhF, 0 - 2° dhG);
- moi (3 - 15° dhF, 2 - 8° dhG);
- dure (15 - 30° dhF, 8 - 17° dhG);
- foarte dure (peste 30° dhF şi 17° dhG).

Cunoaşterea durităţii este importantă în folosirea apelor în industrie, irigaţii şi alimentare cu apă potabilă.

Alcalinitatea este capacitatea apei de a neutraliza acizii prin legarea acestora cu o cantitate echivalentă a unor componente. Alcalinitatea se datoreşte la început prezenţei în apă a hidroxidului, carbonatului şi bicarbonatului. La conturarea (accentuarea) alcalinităţii contribuie, dar mai puţin semnificativ, şi boratul, fosfatul, silicatul şi alţi ioni constituenţi. Ca şi în cazul durităţii, alcalinitatea este, de obicei, exprimată ca echivalentul cantităţii de $CaCO_3$.

Alcalinitatea se determină prin cantitatea de acid tare titrat până se înlocuieşte suma anionilor implicaţi, respectiv până pH-ul ajunge la valoarea 4,5.

Alcalinitatea totală este egală cu duritatea carbonatică şi corespunde conţinutului în ionii de bicarbonaţi.

Aciditatea este capacitatea apei de a neutraliza prin prezenţa acidului carbonic a acizilor minerali liberi, o cantitate echivalentă de componenţi bazici.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Aciditatea se determină prin cantitatea de substanţe bazice tari necesară înlocuirii cationilor.

Aciditatea naturală în ape este dată de acizii humici şi acizii organici slabi. De regulă, în apele acide pH-ul este sub 4,5. În apele naturale şi îndeosebi în cele subterane, aciditatea este dată de concentrarea mare a dioxidului de carbon dizolvat şi liber.

Ca şi în cazul alcalinităţii, aciditatea este exprimată ca echivalentul cantităţii de $CaCO_3$.

Concentraţia ionilor de hidrogen (pH) se defineşte ca logaritmul negativ în bază 10 a ionilor de hidrogen (H^+), adică:

$$pH = -\log (H^+) \quad sau \quad pH = \log \frac{1}{(H^+)} . \qquad (3.121)$$

Ionii de hidrogen provin din scindarea moleculelor de apă care se face în raportul de 1/10 milioane potivit relaţiei:

$$H_2O = H^+ + OH^- . \qquad (3.122)$$

În apa chimic pură la temperatura de + 25° C concentraţiile ambilor ioni sunt egale cu valoarea de 10^{-7} ceea ce semnifică un pH = 7 şi o situaţie neutră faţă de care prin creşterea concentraţiilor ionilor de H^+ (pH sub 7 către 0) reprezintă domeniul apelor acide şi invers prin scăderea acestuia şi creşterea (OH^-) adică pH peste 7 spre 14 înseamnă domeniul apelor bazice. Deci scala pH-ului variază între 0 şi 14 (Tab. 3.13.)

Tabelul 3.13.

Valorile pH-ului apei în funcţie de concentraţia de H^+

H^+	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	10^{-13}	10^{-14}
pH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	foarte acide			acide		slab acide		neutru	slab alcaline		alcaline		foarte alcaline		
	mediu acid							neutru	mediu bazic						

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Concentraţia ionilor de hidrogen, respectiv pH-ul este direct proporţională cu cantitatea existentă în apă a acidului carbonic (H_2CO_3) şi invers proporţională cu bicarbonatul (HCO_3). Apele cu conţinut bogat în CO_2 au un pH scăzut şi invers.

Valoarea pH-ului în apele naturale variază, de regulă, între 6 şi 8,5. pH-ul şi constituie un indicator important pentru ape în scopul folosirii lor în diferite scopuri.

Conductivitatea electrică este capacitatea apelor de a conduce curentul electric. Unitatea standard pentru aprecierea conductivităţii electrice este conductanţa electrică specifică, care este capacitatea unui volum dintr-o soluţie cu latura de 1 cm de a conduce curentul electric, deci valoarea inversă a rezistenţei electrice a unei soluţii ce se găseşte între doi electrozi la o distanţă de 1 cm şi cu o suprafaţă de 1 cm^2. Conductivitatea electrică, ca unitate de măsură se notează cu mho în raport cu cea a rezistenţei electrice care este ohm. În practică se foloseşte micromho (μ mho) care este a miliona parte dintr-un mho.

Întrucât conductivitatea electrică, pe lângă cantitatea de săruri dizolvate în apă, depinde şi de temperatură şi aceasta fiind determinată la 25°C, toate celelalte aprecieri trebuie să se raporteze la acest prag termic.

Valorile conductivităţii electrice sunt scăzute în apele bogate în bicarbonat de calciu şi sulfat de calciu şi ridicate la cele sărace, adică bogate în clorură de sodiu. Există o corelaţie strânsă între valoarea conductivităţii electrice şi cantitatea de sare dizolvată. Validitatea acestei corelaţii devine nesigură la o conductivitate mai mare de 50.000 micromho. Pe baza acestei corelaţii şi a numeroase experimentări în teren s-a stabilit şi ecuaţia de tipul:

$$\log M = 0{,}1229 \log^2 R - 1{,}81 \log R + 7{,}22 . \qquad (3.123)$$

unde:

M este mineralizarea totală a apei în mg/l;

R - rezistenţa specifică la 20°C exprimată în ohm*cm.

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În continuare dăm câteva valori ale conductivității electrice a apei:

- apă distilată în laborator între 0,5 și 5,0 micromho;
- apă de ploaie între 5,0 și 30 micromho;
- apă subterană potabilă între 30 și 2000 micromho;
- apă de mare (oceanică) între 45.000 și 55.000 micromho.

Se poate aprecia că prin măsurătorile de conductivitate electrică (la temperaturi între 20 și 25°C) acestea pot constitui criterii de apreciere a mineralizării apei, adică a concentrațiilor de electroliți minerali și organici. Aceste aprecieri se pot aplica apelor subterane și celor de suprafață și la unele ape reziduale, dar în limita a 24 de ore de la prelevarea probelor în teren.

Radioactivitatea apelor este dată de prezența degajărilor gazoase de radium (radon) și a sărurilor radioactive solubile (uraniu, toriu, potasiu). Apele subterane au, de regulă, o radioactivitate naturală mai mare decât apele de suprafață. Apele reziduale au radioactivitate ridicată în funcție de tipul și gradul de concentrare a poluanților.

Radioactivitatea se schimbă în timp datorită instabilității gazelor care conferă această proprietate.

Radioactivitatea se măsoară cu aparate de tip Geiger - Müler și se exprimă în émane, unitate maché (UM) sau Curie.

Unitatea maché constă în concentrația de radon la litrul de apă care emite o radiație de 0,001 unități electrostatice și este egală cu circa 3,6 émane (10^{-3} unități electrostatice).

Unitatea Curie este cantitatea de emanații în echilibru cu 1 g de radium element. Se consideră ape radioactive atunci când valoarea este de peste 3,5 UM sau 0,001274 milimicrocurie.

Densitatea ca mărime fizică se definește prin raportul dintre masa și volumul corpului analizat și se exprimă în g/cm^3 sau kg/m^3.

Densitatea se schimbă în funcție de temperatură, de presiune, starea de agregare sau structura internă a corpului respectiv, în cazul nostru apa. Apa distilată are densitatea maximă la +4°C și la presiune normală. (Fig. 3.76.)

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

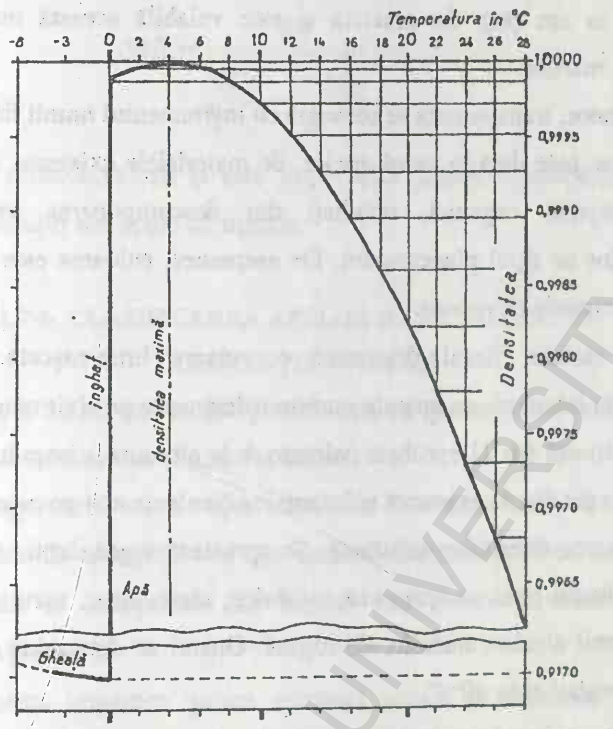


Fig. 3.76 Variația densității apei pure în raport cu temperatura

Densitatea apei determină, în mod normal, stratificarea termică a apelor pe adâncime (mai mică la suprafață și mai mare spre adâncime).

Densitatea apei variază și în funcție de gradul de mineralizare a apei, fiind mai mare, peste valoarea 1 la mineralizări ridicate.

Diferențierea densității se remarcă în cazul apei lacurilor sărate și a apei de mare. În cazul apei râurilor, datorită omogenizării temperaturii și mineralizării, nu se remarcă diferențieri în valoarea densității.

Transparența este în funcție de turbiditate și substanțele minerale și organice în suspensie. Transparența se măsoară în teren prin introducerea în apă a unui disc albu cu diametrul de 30 cm (discul Secchi). În momentul în care, pe timp senin, nu se mai percepe conturul discului, se apreciază transparența

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

exprimată în cm (m). Se practică şi este valabilă această metodă în cazul lacurilor şi mărilor.

În laborator, transparenţa se măsoară cu instrumentul numit fotometru.

Culoarea este dată în cazul apelor, de materialele existente în soluţie, cum ar fi compuşii organici, rezultaţi din descompunerea vegetaţiei şi a organismelor de tipul planctonului. De asemenea, culoarea este determinată şi de apele reziduale deversate.

Dintre metale, fierul determină o culoare brun-roşcată. Culoarea se determină în laborator cu aparate numite colorimetre potrivit unei scale (Forel - Uhle) constituită din 21 eprubete colorate de la albastru la brun închis.

Gustul este dat de existenţa substanţelor dizolvate atât pe cale naturală cât şi prin deversarea diferitelor substanţe. Se apreciază organoleptic în cazul apelor potabile. Gustul apei se apreciază ca: dulce, sărat, amar, acru, la care se mai adaugă gustul alcalin, metalic, de rugină. Gustul se determină la temperatura prelevării probei şi la 40° C.

Mirosul rezultă din substanţele volatile mirositoare existente în apă pe cale naturală sau antropică. Mirosurile des întâlnite sunt: cele date de H_2S (hidrogen sulfurat), de poluanţii fecaloid - menajeri, de la obiectivele industriale.

Turbiditatea dată de substanţele anorganice şi organice în suspensie (se tratează la scurgerea solidă).

Cererea de oxigen (CO şi CBO) (tratat la oxigenul dizolvat).

Procentul de sodiu constituie o proprietate importantă pentru apele de irigaţie şi este dat de cantitatea acestuia în raport cu concentraţia cationică şi se calculează astfel:

$$\%Na = \frac{Na^{+} * 100}{Na^{+} + Ca^{++} + Mg^{++} + K^{+}} \quad (3.124)$$

exprimat în miliechivalenţi.

Rata de absorbţie a sodiului (SAR) se calculează potrivit relaţiei:

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \quad . \qquad (3.125)$$

exprimată în miliechivalenţi şi este importantă pentru capacitatea solului de absorbţie a sodiului din apele de irigaţie.

3.7.6. CLASIFICAREA APELOR NATURALE DUPĂ COMPOZIŢIA CHIMICĂ

Aşa cum s-a menţionat la început, în apă se găsesc dizolvate, în diferite proporţii substanţe chimice (cationi şi anioni).

Pentru categorisirea acestor ape, buletinele de analiză chimică rezultate din analiza probelor de apă prelevate din secţiuni standard (posturi hidrometrice) sunt prelucrate şi interpretate fie numai sub formă tabelară, fie grafic (reprezentarea grafică).

Pentru această împărţire, prima secvenţă constă în alinierea rezultatelor, transformarea cantităţilor exprimate mg/l sau g/l în % sau în miliechivalenţi. (Tab. 3.14.)

Tabelul 3.14

Greutăţi echivalente şi coeficienţi de transformare pentru cationii şi ionii principali

Cationi	Greutatea echivalentă	Coeficient	Anioni	Greutatea echivalentă	Coeficient
Al^{+++}	8,9938	0,11118	Br^{-}	79,904	0, 01251
Ca^{++}	20,040	0,049900	Cl^{-}	35,453	0,02820
Fe^{++}	27,9235	0,03581	CO_3^{--}	30,0046	0,03332
Fe^{+++}	18,6157	0,05371	HCO_3^{-}	61,0172	0,01638
K^{+}	39,102	0,02557	HPO_4^{--}	47,9897	0,02083
Mg^{++}	12,1525	0,08228	I^{-}	126,9045	0,00787
Mn^{++}	27,469	0,03640	NO_2^{-}	46,0055	0,02173
NH_4^{+}	18,0387	0,05543	NO_3^{-}	62,0049	0,016127
Na^{++}	22,9898	0,04349	PO_4^{---}	31,6571	0,03158
Pb^{++}	103,96	0,00965	SO_4^{--}	48,0288	0,02082
Zn^{++}	32,685	0,03059	SiO_3^{--}	38,042	0,02628

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În literatura de specialitate s-au emis multe clasificări, unele dintre ele vizând o anumită utilizare a apelor, altele pentru apele subterane sau de suprafață.

De regulă, în definirea unei categorii hidrochimice primul termen (prima parte) o reprezintă anionul principal: HCO_3^- care desemnează o apă bicarbonatată (bicarbonatică), CO_3^- - o apă carbonatată, SO_4 o apă sulfatată (sulfatică), Cl^- clorurată (clorurică). Deci acești patru anioni conferă și denumirea a patru clase hidrochimice sau grupe. În continuare se ia în considerare ponderea cationilor principali și anume: Ca^{++}, Mg^{++}, Na^+ care definesc tipul hidrochimic. De exemplu: apă bicarbonatat calcică, sulfatat calcică, clorurat sodică și multe alte combinații (Tab. 3.15.).

Tabelul 3.15.

Clasificarea apelor naturale după O. A. Alekin

	Ape naturale								
Clase	Bicarbonatate			Sulfatate			Clorurate		
Grupe	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na

În clasificarea lui O. A. Alekin (1952) întâlnim cele trei clase de bază (bicarbonatate, sulfatate și clorurate) care la rândul lor fiecare poate forma trei grupe după ponderea cationului (Ca, Mg, Na) iar aceștia fiecare în trei tipuri, astfel că pot fi 9 grupe și 27 tipuri.

Fiecare tip poate fi notat prin simboluri și anume: C_{II}^{Ca} - bicarbonatată calcică tipul II sau S_{III}^{Mg} - sulfatat magneziană tipul III.

Pentru definirea tipului se folosesc următoarele relații:

I $HCO_3 > Ca + Mg$; (3.126)

II $HCO_3 < Ca + Mg < HCO_3 + SO_4$; (3.127)

III $HCO_3 + SO_4 < Ca + Mg$ sau $Cl > Na$ (3.128)

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În clasificarea lui V. A. Sulin se deosebesc 4 tipuri de ape, şi anume: sulfato-sodice, hidrocarbonato-sodice, cloruro-magneziene şi cloruro-calcice cu mai multe grupe, clase şi subgrupe iar pentru fiecare precizându-se originea apelor - continentală, marină şi de adâncime (subterane) (Tab. 3.16.).

Tabelul 3.16.

Clasificarea apelor naturale (după Sulin)

Tipul	Grupa	Clasa	Subgrupa	Originea apei
I Sulfato-sodic $r\frac{Na-Cl}{SO_4}<1$	Hidrocarbonaţi	A_2	Ca; Mg	Continentală
	Sulfaţi	S_1	Ca; Mg	
		S_2	Ca; Mg; Na	
	Cloruri	S_1	Ca; Mg; Na	
II Hidrocarbonato-sodic ($NaHCO_3$) $r\frac{Na-Cl}{SO_4}>1$	Hidrocarbonaţi	A_2	Ca; Mg; Na	Continentală
		A_1	Na	
		S_1	Na	
	Sulfaţi	S_1	Na	
	Cloruri	S_1	Na	
III Cloruro-magnezian ($MgCl_2$) $r\frac{Cl-Na}{Mg}<1$	Hidrocarbonaţi	A_2	Ca; Mg	Marină
	SulfaţI	S_2	Ca; Mg	
		S_1	Ca; Mg	
	Cloruri	S_1	Ca; Mg; Na	
		S_2	Ca; Mg	
IV Cloruro-calcic ($CaCl_2$) $r\frac{Cl-Na}{Mg}>1$	Hidrocarbonaţi	A_2	Ca; Mg	De mare adâncime
	SulfaţI	S_2	Ca; Mg	
		S_1	Ca; Mg	
	Cloruri	S_1	Ca; Mg; Na	
		S_2	Ca; Mg	

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.7.7. CLASIFICAREA APELOR DUPĂ GRADUL DE MINERALIZARE

Totalitatea ionilor dizolvaţi în apă definesc gradul de mineralizare. În funcţie de gradul de mineralizare (concentraţia în săruri) apele se împart în: dulci (< 1g/l), salmastre (1 - 25 g/l), sărate (25 - 50 g/l) şi suprasărate (> 50 g/l).

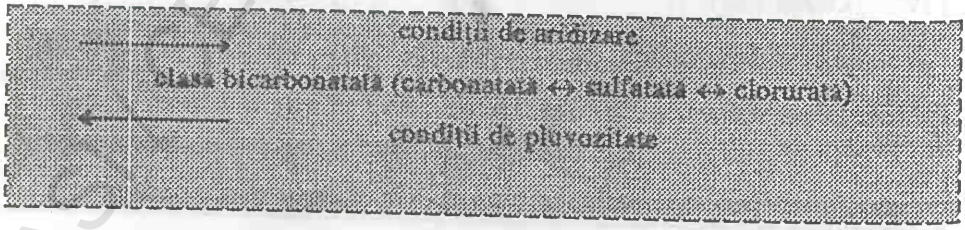
La o mineralizare a apei până la 1 g se exprimă în mg/l.

Limita dintre apa dulce şi salmastră este dată de perceperea gustului sărat de către om. Cea dintre salmastru şi sărat s-a stabilit la pragul de 24,629 g/l în care temperatura apei la care îngheaţă (- 1,33° C) este egală cu densitatea maximă. A treia limită, dintre apele sărate şi cele suprasărate, de 50 g/l s-a luat în considerare deoarece acest prag se găseşte numai în lacurile situate pe masive de sare sau în regiuni aride sau semiaride.

Evident că în ceea ce priveşte mineralizarea apei din râuri aceasta este, de regulă, sub 1 g/l şi rareori peste acest prag, atunci când primesc ape de pe masive de sare sau afluenţi din lacurile sărate.

De asemenea şi tipul hidrochimic, în majoritatea cazurilor, este bicarbonatat calcic şi cu unele combinaţii în ceea ce priveşte participarea cationilor.

Menţionăm, de asemenea, că tipul hidrochimic nu este stabil, acesta suferind unele metamorfozări (treceri de la o clasă la alta şi de la un tip la altul). În acest sens se dă următoarea schemă de metamorfozare:



Acest proces este des întâlnit în cazul apelor stagnate (lacuri).

3.7.8. REPREZENTAREA GRAFICĂ A COMPOZIŢIEI CHIMICE A APEI

Ca şi în cazul clasificărilor şi reprezentarea grafică abundă în sisteme sub formă de: coloane (histograme), circulare, radiare, pătrate, triunghiulare, rombice, semilogaritmice etc. În toate aceste reprezentări analizele chimice, respectiv valorile cationilor şi anionilor se transformă în miliechivalenţi sau în procente. (Fig. 3.77, 3.78, 3.79.)

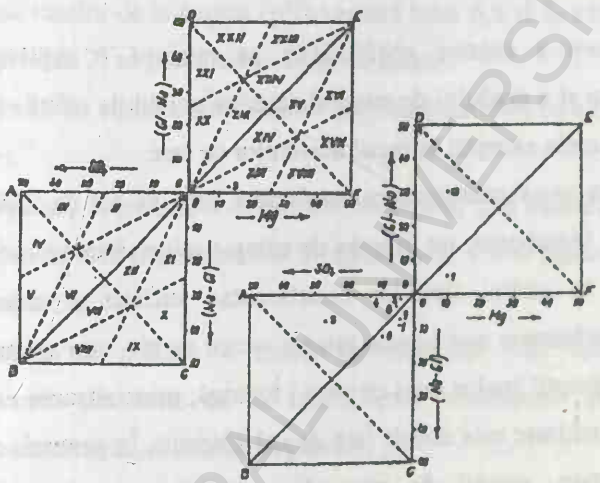


Fig. 3.77 Diagrama Sulin - modul de compartimentare şi inscrierea analizelor

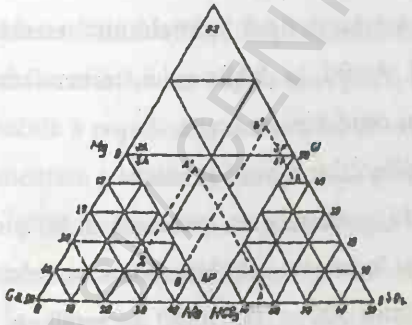


Fig. 3.78 Diagrama Langelier (A - analiza 1; B - analiza 7)

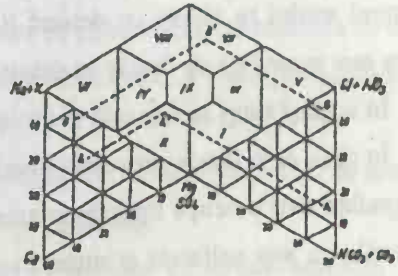


Fig. 3.79 Diagrama Hill (A - analiza 1; B - analiza 7)

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pentru exemplificare se dau câteva modele de reprezentare grafică şi tabelul de recalculare din mg/l în miliechivalenţi (vezi tab. 3.14.)

3.7.9. CHIMISMUL APELOR RÂURILOR DIN ROMÂNIA ŞI CALITATEA ACESTORA

Aşa cum s-a arătat la începutul acestui capitol compoziţia chimică a apei din râuri este condiţionată de compoziţia rocilor şi solurilor bazinelor de recepţie, de condiţiile climatice (precipitaţii şi evapotranspiraţie) cât şi de activitatea omului.

Ca urmare a acestor condiţionări se remarcă o regionare a claselor hidrochimice şi a gradului de mineralizare, pe unităţi de relief - munte, podiş şi câmpie, cu unele excepţii în cazul masivelor de sare.

Astfel, în zona muntoasă mineralizarea este în jur de 100 mg/l şi tipul hidrochimic bicarbonat, iar în zona de câmpie mineralizarea variază între 600 - 1000 mg/l în cadrul tipurilor bicarbonatat, sulfatat şi clorurat. În cazul alimentării subterane mai bogate într-un sector de râu care se pune mai bine în evidenţă în timpul apelor mici de vară - toamnă, mineralizarea este mai ridicată şi tipul hidrochimic este diferit faţă de cel obişnuit. În general, cu posibilitatea de generalizare, gradul de mineralizare pentru arterele hidrografice mai semnificative creşte de la izvor spre vărsare.

Gradul de mineralizare şi în mai mică măsură tipul hidrochimic variază în timpul anului în raport cu debitul lichid. Astfel, la debite mici, mineralizarea este mai mare faţă de fazele cu debite mari când aceasta scade.

În acelaşi timp se remarcă şi evoluţia diferiţilor cationi şi anioni.

În ceea ce priveşte proporţia tipurilor hidrochimice se apreciază că 90% din suprafaţa ţării o ocupă tipul bicarbonatat şi îndeosebi cele bicarbonatate calcice. Râurile cu apă sulfatată şi mineralizare între 500 - 1000 mg/l se întâlnesc în Podişul Transilvaniei şi Câmpia Moldovei.

Râurile cu ape clorurate sunt în ariile cu masive de sare, mai frecvente în Subcarpaţi (Trotuş, Slănic, Oituz, Tazlău, Putna, Milcov, Râmnicu Sărat,

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Călmăţui, Cricovu Sărat etc.) şi în Podişul Transilvaniei (Târnava Mică, Mureş); în ambele regiuni numai pe anumite sectoare în cazul râurilor mari.

Debitele chimice (ionice) cresc din amunte spre avale, odată cu creşterea mineralizării şi a debitului de apă. În ceea ce priveşte debitul chimic mediu specific este cuprins între 100 - 200 t/km^2*an (valori mai mari pe râurile sărate).

Duritatea totală în grade germane variază între 1,52 la Bâlea - Cârţişoara şi 53 la Coşereni pe Ialomiţa; deci prezintă o zonalitate verticală (Fig. 3.80., 3.81.).

Concentraţia ionilor de hidrogen (pH) variază între 6,5 şi 8, cele cu tendinţe de acidizare (pH sub 7) se întâlnesc în zona de munte.

Oxigenul dizolvat variază între 7 şi 14 mg/l corelându-se cu altitudinea (mai mare la munte).

Calitatea apelor, ca urmare a dezvoltării industriei şi a aşezărilor urbane, a folosirii îngrăşămintelor şi pesticidelor în agricultură, a fost afectată în diferite grade de intensitate.

Sursele majore de poluare a apelor de suprafaţă sunt apele reziduale industriale şi cele provenite de la combinatele zootehnice şi din marile aglomerări urbane, insuficient tratate (epurate).

Aprecierea calităţii apei râurilor se face în urma efectuării analizelor la parametri fizico-chimici, biologici şi bacteriologici, în secţiuni de control, conform STAS 4706/1988, diferenţiindu-se pe 4 categorii: I, II, III, degradate.

În cateria I-a sunt apele care pot fi folosite în alimentarea centralizată cu apă potabilă a populaţiei, a unităţilor de creştere a animalelor, a unităţilor industriei alimentare şi altele ce necesită apă potabilă.

În categoria a II-a se includ apele folosite pentru fermele piscicole, în unele ramuri industriale, în scopuri urbanistice şi de agrement.

În categoria a III-a intră apele folosite la irigarea culturilor agricole, în hidroenergie, în instalaţii industriale cu apă de răcire, în staţiile de spălare.

Apele degradate nu pot fi folosite şi constituie ameninţare la sănătatea publică şi la starea mediului natural.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Referitor la starea calității apei râurilor din România trebuie să facem mențiunea că încadrarea acestora în diferite grade de calitate se impune a fi făcută cel puțin în fiecare an datorită evoluției gradului de calitate spre îmbunătățire sau înrăutățire în funcție de măsurile care se iau față de tratarea apelor uzate.

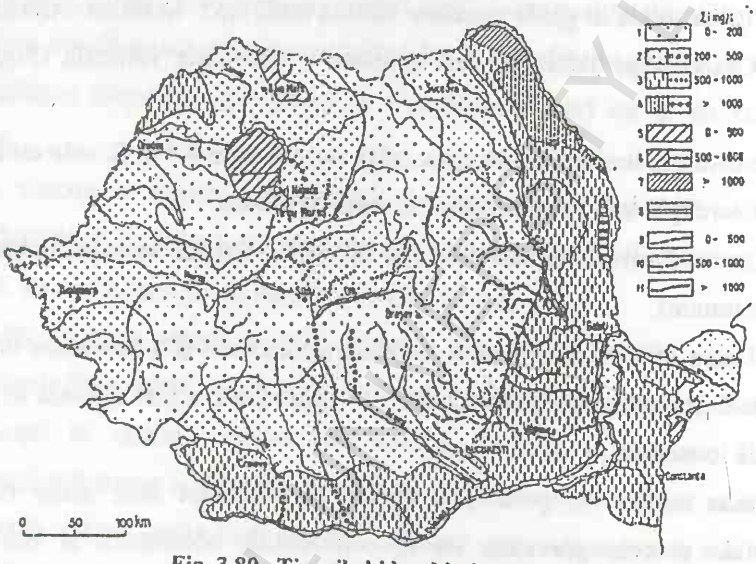


Fig. 3.80 Tipurile hidrochimice ale râurilor (1-4, bicarbonatate; 5-7, sulfatice; 8, mixte; 9-11 clorurice). (după Geografia României, 1983)

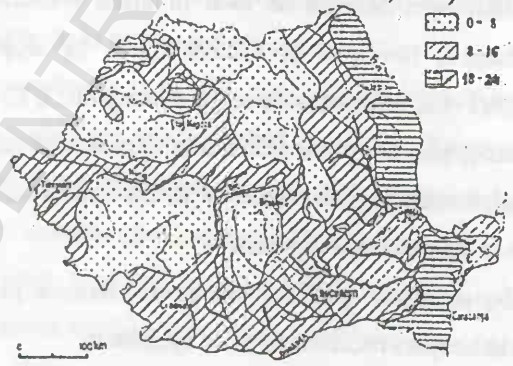


Fig. 3.81 Duritatea totală a râurilor (în grade germane) (după Geografia României, 1983)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

O altă mențiune este aceea că investigarea calității apei râurilor nu se face pe toată lungimea cursurilor de apă sau pe toate cursurile. Se exclud de la început acele cursuri (mari sau mici) care nu suportă impactul activităților socio-economice, în primul rând cele din zona muntoasă. Astfel, din cei 78.900 km reprezentând 4.864 cursuri de apă (cu minim 5 km lungime și 10 km^2 suprafața bazinului), în 1995 au fost supuse controlului calității doar 20.644 km (27,08%). Din lungimea cursurilor investigate 52% erau în categoria a I-a (10.800 km), 26% în categoria a II-a (5379 km), 8,1 % în categoria a III-a (1691 km) și 14,1% (2774 km) degradate. Printre cursurile degradate pe mulți km erau Ialomița (51%), Vedea (24%), Mureș - Aranca (19%), Prut (19%). Ca urmare a dimunării emisiilor punctiforme de la obiectivele industriale, agrozootehnice și, în general, a activităților industriale poluante, se constată că între 1987 și 1995 a crescut categoria a I-a (32% în 1987) și a scăzut categoria apelor degradate (29% în 1987).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.8. REGIMUL HUDROLOGIC AL RÂURILOR ÎN RAPORT CU ZONELE CLIMATICE ALE TERREI

3.8.1. CONSIDERAŢII GENERALE

Hidrografia fiecărei zone climatice (geografice) este rezultatul factorilor genetici ai scurgerii lichide (precipitaţiile şi temperatura aerului, respectiv evaporaţia), a raportului dintre aceştia la care se mai implică condiţiile geologice (tectonice, litologia şi evoluţia paleogeografică), configuraţia reliefului (munţi, podişuri, câmpii).

Aşa cum s-a arătat anterior, indicele de ariditate Emm. de Martonne se diferenţiază de la o zonă geografică la alta şi ca atare şi gradul de organizare al reţelei hidrografice. Astfel, în zonele polare unde temperaturile medii anuale ale aerului sunt mult sub 0^0 C, precipitaţiile sunt sub formă de zăpadă şi stocate apoi în calote glaciare, scurgerea lichidă de suprafaţă şi respectiv reţeaua hidrografică lipseşte sau se dezvoltă efemer în anotimpul mai puţin rece şi la periferia acestora. Exemplele cele mai tipice le reprezintă Antarctica, Groenlanda, Arhipelagul Arctic Canadian etc.

De asemenea, lipsite de o reţea hidrografică permanentă, uneori chiar temporară, sunt unele areale din interiorul zonelor tropicale deşertice unde ariditatea este extrem de accentuată cum sunt: Sahara, Kalahari din Africa, Atacama din America de Sud, Balsom de Mapimi din Mexic - America Centrală, Peninsula Arabică, Podişul Iran din Asia, Marele Deşert de Nisip şi Marele Deşert Victoria din Australia.

La acestea se adaugă şi alte câteva areale deşertice din zona temperată ca: Deşertul Gobi, Takla Makan, Karakum şi Kîzîlkum din Asia, Marele Bazin din America de Nord.

În toate aceste areale fără scurgere din zonele tropicală şi temperată, evaporaţia este cu mult mai mare decât precipitaţiile, apreciere făcută la perioade de zeci de ani, deoarece în aceste regiuni ploile cad cu totul întâmplător (la 10, 20, 30 ani o dată) şi în cantităţi mici.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Zonele geografice cu densitatea reţelei hidrografice cea mai mare sunt cele ecuatorială şi tropicală umedă. Într-o poziţie intermediară se găseşte zona temperată de influenţă oceanică şi musonică, zona subpolară, ultima ca urmare a reducerii evaporaţiei în raport cu precipitaţiile.

3.8.2. ZONA ECUATORIALĂ ŞI TROPICALĂ (INTERTROPICALĂ)

În prima zonă - *ecuatorială* care corespunde şi calmului ecuatorial, temperatura medie multianuală a aerului variază între 25 şi 28° C, cea zilnică între 35 şi 37° C ziua şi 20° C noaptea iar precipitaţiile sunt destul de bogate, între 1000 şi 3000 mm/an.

În aceste condiţii termice şi pluviometrice, umezeala aerului este mare (30 g/m^3), determinând ploi zilnice sub formă de averse ca urmare a proceselor intense de evaporaţie şi convecţie. Totuşi se poate remarca în acest climat ecuatorial uniform, o diferenţiere în regimul precipitaţiilor cu o diminuare în perioada mai "uscată" (în funcţie de emisferă) şi o accentuare în perioada echinocţiilor.

Aceste mici variaţii în distribuţia precipitaţiilor se remarcă şi în regimul de scurgere al râurilor care vor avea ape ceva mai mari în perioada echinocţiilor şi mai mici în perioadele opuse.

Condiţiile climatice ecuatoriale se întrunesc pe unii afluenţi din bazinele Amazonului, Congo-ului cât şi în arhipelagurile Indonezia, Filipine, în insulele Noua Guinee etc.

În a doua zonă, *tropicală* propriu zisă, datorită schimbării sezoniere a circulaţiei maselor de aer, se evidenţiază un anotimp umed şi altul secetos. Precipitaţiile ating valori mari în sectoarele de ţărm unde se interpun bariere muntoase în calea musonului umed (6000 - 10.000 mm/an) în comparaţie cu regiunile interioare (1500 mm/an).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Deşi valorile termice medii lunare sunt ridicate (20 - 30° C), amplitudinea termică anuală este mai mare (7 - 8° C) în comparaţie cu cea din calmul ecuatorial.

Regiunile caracteristice acestei zone climatice sunt: partea vestică a Indiei şi Birmaniei, coastele estice ale Vietnamului, sud-estul Chinei, Podişul Abisiniei şi ţărmul Golfului Guineei din Africa, ţărmul nordic, dinspre Marea Caraibilor, a Americii de Sud.

Râuri care se integrează în această zonă sunt Niger în cursul inferior din Africa, Menam, Irrawaddy, Hong Ha şi Sikiag, toate din Indochina.

Regimul hidrologic al râurilor din aceste zone care se pot îngloba în zona intertropicală, este strâns legat de precipitaţii şi diferenţiat pe cele două emisfere.

3.3.2.1. REGIMUL HIDROLOGIC TROPICAL PLUVIAL BOREAL

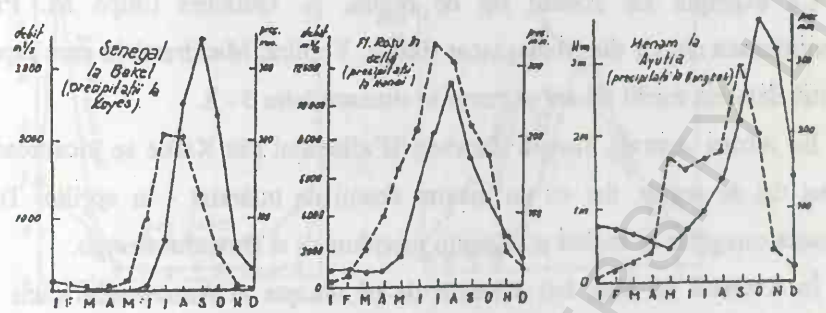
Este caracterizat printr-o creştere a apelor în timpul verii din emisfera de nord. Hidrografele râurilor Senegal, Menam şi Fluviului Roşu, ultimele două din Indochina, reflectă corelaţia cu precipitaţiile cu diferenţa că la Menam vârful apelor mari este în luna octombrie. Modulul scurgerii la aceste râuri are printre cele mai mari valori de pe Terra (Sikiang - 28 l/s*km^2, Fluviul Roşu - 30, Irrawaddy - 35). În America de Sud, Rio Negro, afluent pe stânga al Amazonului, are, de asemenea, un regim tropical boreal simplu, cu un maximum în iulie şi un minim în decembrie (Fig. 3.82. A).

De asemenea, râurile din Venezuela şI Columbia, în special Magdalena, cele din America Centrală până în Mexic, inclusiv, au acelaşi regim tropical boreal.

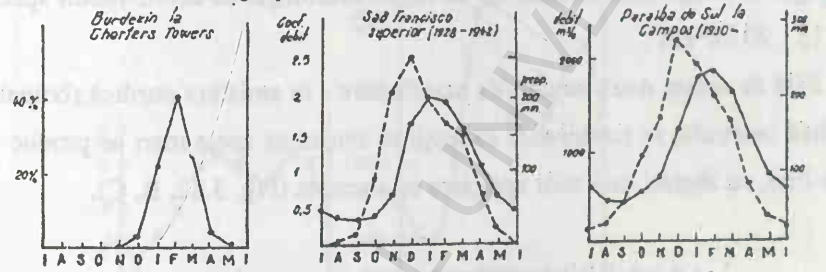
În Asia de sud-est, musonul nu produce modificări esenţiale în regimul tropical pluvial boreal, care este bine evidenţiat la Fluviul Roşu, Sikiang, Iangtsekiang, Irrawaddy, Menam.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

A. Regim pluvial boreal din zona intertropicală



B. Regim pluvial austral - Australia și Brazilia - zona intertropicală



C. Regim pluvial austral - Madagascar - zona intertropicală

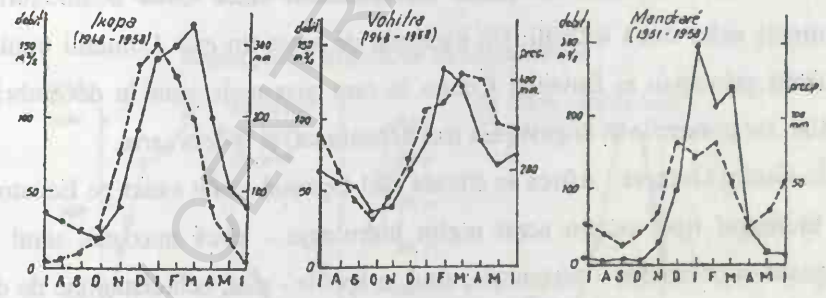


Fig. 3.82 Hidrografe reprezentative ale regimului de scurgere din zona intertropicală (după A. Guilcher)

BCU IAȘI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.8.2.2. REGIMUL HIDROLOGIC TROPICAL PLUVIAL AUSTRAL

Este simetric cu cel tropical boreal, numai că este decalat cu şase luni, adică în vara acestei emisfere se vor întâlni (produce) apele mari, respectiv în decembrie şi ianuarie.

Ca exemple ale acestui tip de regim, A. Guilcher (după M. Pardé) menţionează râurile din Madagascar (Ikopa, Vohitra, Mandrare) la care raportul dintre debitele medii lunare extreme se situează între 3 - 8.

În Africa australă, fluviul Zambezi şi afluentul său Kafue se încadrează în acest tip de regim, dar cu un maxim destul de întârziat - în aprilie. Tot în această categorie se includ şi afluenţii meridionali ai fluviului Congo.

În America de Sud, toţi afluenţii de pe dreapta ai Amazonului cum ar fi Tapajos şi Xingu intră în acest tip de regim hidrologic cu debite medii specifice de 15 - 20 $l/s*km^2$.

Faţă de aceste două moduri de manifestare - în emisfera nordică (boreală) şi sudică (australă) se întâlnesc şi excepţii în sensul că apele mari se produc şi în alte luni, cu abateri care sunt apreciate ca aberante (Fig. 3.82. B, C).

3.8.2.3. REGIM HIDROLOGIC CU DOUĂ MAXIME

Numit şi ecuatorial, maximele corespunzând celor două echinoxuri iar minimele celor două solstiţii. Un exemplu de acest tip este Lomami unul din afluenţii principali ai fluviului Congo la care maximele sunt în decembrie şi aprilie, iar minimele în august (cea mai accentuată) şi în februarie.

În Golful Guineei - Africa se citează râul Ogooué situat exact pe Ecuator cu un hidrograf tipic pentru acest regim hidrologic - două maxime, unul mai pregnant în noiembrie - decembrie, altul în aprilie - mai, echidistanţate de două faze de ape mici, de asemenea, una mai accentuată în august - septembrie şi cealaltă în ianuarie - februarie. Prin modulul de 24 $l/s.km^2$, râul Ogooné se situiază pe locul 20 între Terrei. Raportul dintre debitele medii lunare extreme de 3,9 reflectă caracteristica râurilor ecuatoriale cu două maxime. (Fig. 3.83., 3.84., 3.85.).

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Variații sezoniere comparate la râuri de munte tropicale

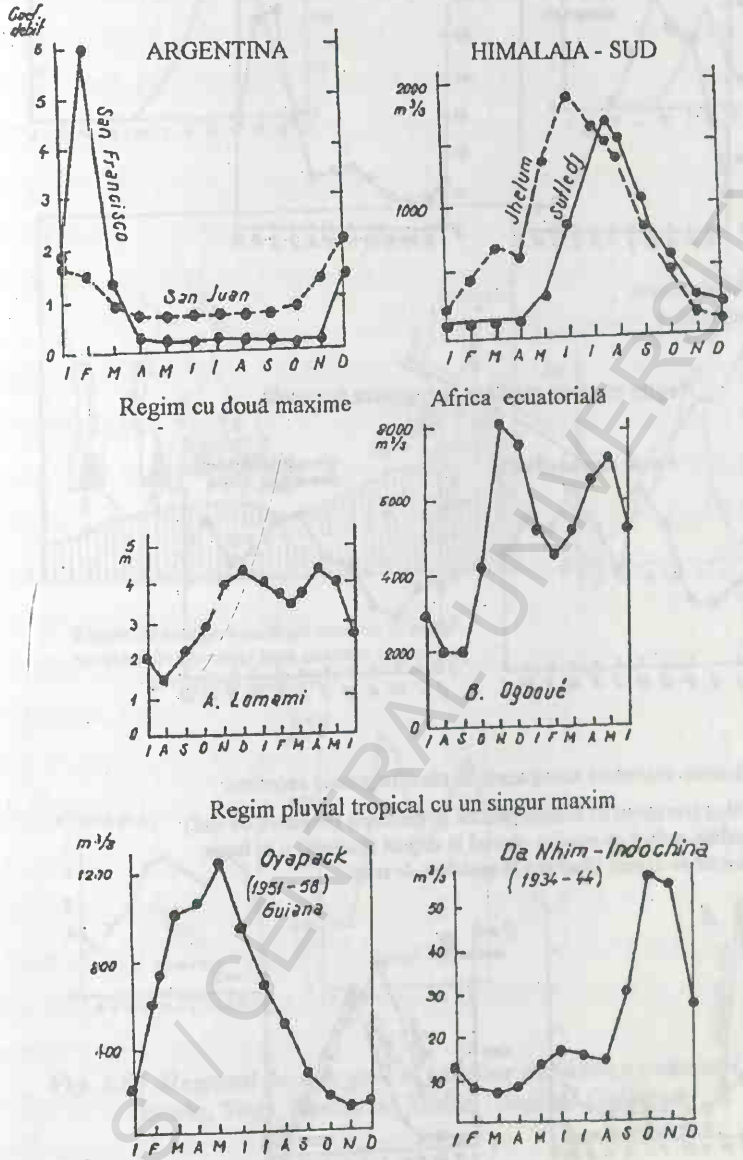
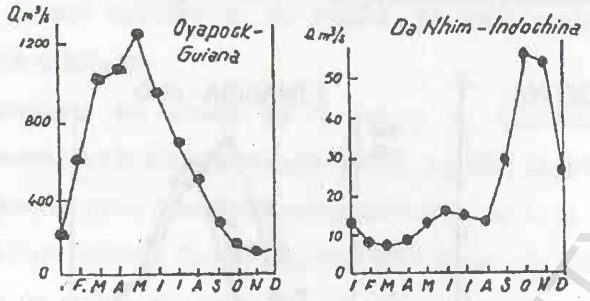


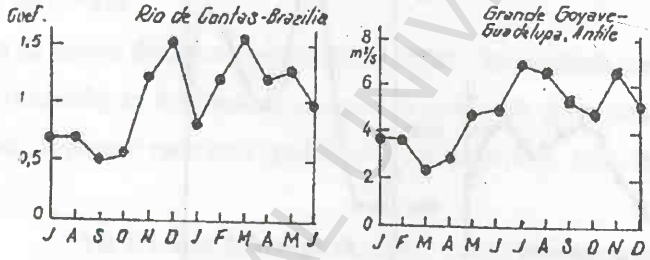
Fig. 3.83 Hidrografe reprezentative ale râurilor din zona intertropicală (după A. Guilcher)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Regim tropical pluvial cu un singur maxim aberant



Regim cu două maxime în regiunea tropicală



Variația sezonieră comparată la râuri tropicale montane

A - Anzii argentinieni cu maxim pluvial în februarie (emisfera de sud)
B - Himalaia sudică cu maxim pluvial în august (Sutledj) și în iunie influențat de zăpezi (Jhelum) în emisfera de nord

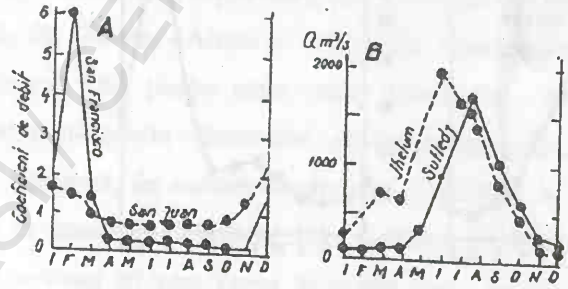
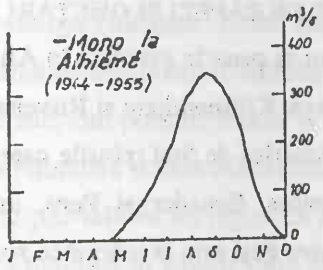
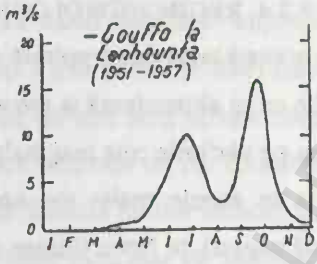
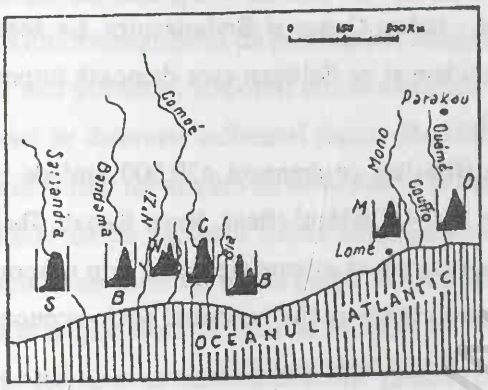
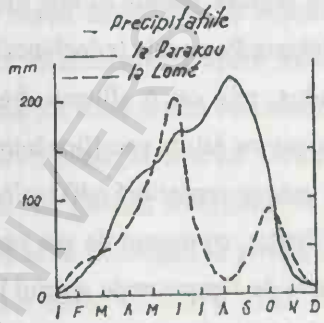


Fig. 3.84 Tipuri de regim hidrologic din zona intertropicală (după A. Guilcher)









Regim de scurgere cu două maxime în zona ecuatorială africană (luna ianuarie se găsește în mijlocul graficului)

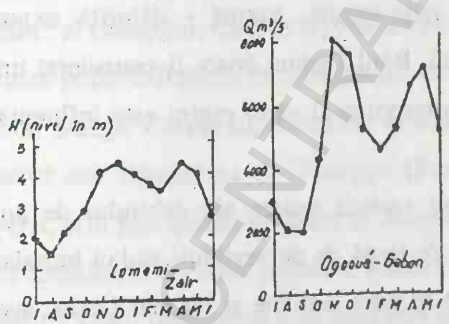


Fig. 3.85 Regimul de scurgere al râurilor din Africa ecuatorială (Benin, Togo, Coasta de Fildeș) (după A. Guilcher)

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.8.2.4. REGIM HIDROLOGIC INFLUENŢAT DE ZĂPEZI ŞI GHEŢARI

În această zonă intertropicală acest tip de regim se pune în evidenţă în Africa (râurile ce se alimentează şi drenează Munţii Kenya, Kilimandjaro şi Ruvenzori care au pe vârfurile cele mai înalte gheţarii), în America de Sud (râurile care au obârşia în zonele înalte ale Anzilor din Columbia, Ecuador şi Peru, unde persistă zăpezi), în Noua Guinee şi în Himalaia, care deşi este la marginea zonei intertropicale (chiar ceva mai la nord) alimentează cursurile superioare ale celor trei mari râuri din această regiune - Indus, Gange şi Brahmaputra. La acestea, tot din regiune trebuie să mai includem şi pe Salween care drenează împreună cu Mekong Peninsula Indochineză.

Indus, prin cei 6 afluenţi din Himalaia ce drenează 420.000 km^2 de zonă muntoasă cu debite specifice între 27 - 41 $l/s*km^2$ (Beas, Ravi, Kenab, Jhelum etc.), ceea ce reprezintă 6400 m^3/s, reuşeşte să asigure pierderile prin evaporaţie şi infiltraţie, consumul de apă pentru irigaţie şi alte necesităţi socio-economice din zona de câmpie unde aportul local este nesemnificativ.

Sub aspectul variaţiei sezoniere, apele mari nu sunt la toţi afluenţii în acelaşi timp. Astfel, pe Jhelum maxima este cea mai timpurie - iunie - iar pe ceilalţi afluenţi se produce mai târziu - iulie-august, august - datorită expunerii musonului de vară şi a topirii zăpezii. Râul Jhelum poate fi considerat un râu tropical sau subtropical al regiunii musonice al cărui regim este influenţat de stratul de zăpadă.

Pe de altă parte, toţi afluenţii au variaţii uşoare ale debitului de apă în februarie - martie, cauzate de ploile de iarnă de pe versanţii sudici himalaieni. Apele cele mai mici se înregistrează în luna ianuarie şi nu mai târziu, acestea transmiţându-se şi pe cursul inferior al Indusului după care apele cresc treptata până în august când se produce maximul. Se ajunge, aşadar, la un regim tropcal musonic normal, independent de faza apelor minime, dar în care precipitaţiile solide joacă un rol important în cursul superior şi în general pentru tot cursul râului, datorită căruia debitul de apă rămâne apreciabil de la un an la altul (vezi hidrograful râului Jhelum) (Fig 3.84).

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Gange (lungime 2.700 km, suprafaţă bazin 2,055 mil. km^2 împreună cu Brahmaputra) poate fi analizat prin doi afluenţi - Son (Râul de Aur) care vine din sud, din podişul Dekan şi Djumna (Jumma) cel mai lung afluent care vine din Himalaia şi care este alimentat şi din gheţari. Son este un râu cu alimentare tipic pluvială cu un regim de scurgere torenţial datorită ploilor musonice, cu o fază maximă în august când debitul lichid de 4680 m^3/s este de 142 mai mare decât cel din faza apelor minime din mai când debitul este de numai 33 m^3/s.

Alura hidrografului de pe afluentul Jumma este analog cu cel de pe Son dar mult mai ponderat. Raportul dintre extremele medii lunare este de numai 8 şi aceasta se datoreşte influenţei topirii gheţarilor ce alimentează apele subterane care la rândul lor asigură un debit ridicat şi iarna. La acest aspect mai contribuie şi ploile de pe versanţii sudici himalaieni care lipsesc în podişul Dekan. Se apreciază de către M. Pardé (după A. Guilcher) că gheţarii contribuie cu 1200 m^3/s în august dintr-un total de 20.000 - 28.000 m^3/s, lună când se produc apele mari. Rezultă că alimentarea din gheţari este între 4,3 - 6% ceea ce nu reprezintă prea mult.

Brahmaputra (2900 km lungime şi 935.000 km^2 suprafaţa bazinului) ca "afluent" al Gangelui, care de fapt se unesc în delta comună din Golful Bengal, este mai puţin influenţat în alimentare de zăpezi şi gheţari în comparaţie cu Indus şi Gange. Cursul superior care se desfăşoară pe 800 km în podişul Tibet, cunoscut sub denumirea de Tsangpo (Purificatorul), se caracterizează, ca şi Salween, prin precipitaţii modeste în comparaţie cu precipitaţiile de pe versanţii sudici himalaieni de unde primeşte afluenţi. Aici precipitaţiile abundente încep la sfârşitul iernii (februarie) şi se continuă la începutul primăverii.

În cursul superior se mai adaugă afluenţii din partea stângă ce vin din masivul Assam cu ploi masive (aici se înregistrează maximul de pe Terra cu 13.970 mm/an) care determină ape mari în iulie şi volume de asemenea ridicate în august şi spetembrie. Apele mici se înregistrează în februarie. Debitul mediu anual este incert, sursele bibliografice menţionează 10.000, 15.000 şi chiar 20.000 m^3/s.

BCU ASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În concluzie, se apreciază că influenţa zăpezii şi gheţarilor asupra regimului de scurgere în zona intertropicală există şi se manifestă spre marginile acesteia.

3.8.2.5. BAZINE HIDROGRAFICE CU TRĂSĂTURI COMPLEXE

Spre deosebire de râurile care se înscriu în totalitate în cadrul acestei zone intertropicale sau în altă zonă climatică, organismele hidrografice mari cum sunt: Amazon, Congo, Nil, Mississippi, Yangtzî, Mekong, Irrawaddy, Amur, Lena, Enisei, Obi, Volga, Dunăre şi altele, suportă influenţe numeroase prin afluenţii pe care îi primesc. În aceste condiţii sursele de alimentare, regimul de scurgere sunt complexe. În aceste sens vom prezenta râurile Amazon, Congo, Niger, Nil, Parana.

Amazon (7025 km lungime, 7.180.000 km^2 suprafaţă)

Cel mai lung râu al Terrei prin cele trei coordonate de bază, şi anume: lungime, suprafaţa de bazin şi debit de apă scurs. Străbate de la vest spre est aproape întreg continentul sud-american în porţiunea lui cea mai lată, la aproximativ paralela de 4° latitudine sudică.

Izvorăşte prin afluentul său Ucayali şi respectiv Apurimaç, din Anzii peruani, Cordiliera de Chila, Masivul Nevada Mismi (5597 m altitudine) dintr-un lac numit Niño Cocha sau Lacul Copilului, după numele dat de băştinaşi, la circa 175 km de Oceanul Pacific, la circa 190 km nord - vest de lacul Titicaca şi circa 110 km nord de oraşul peruan Arequipa. Izvorul Amazonului prin Ucayali şi afluentul acestuia Apurimaç a fost stabilit în 1941 de către expediţia condusă de Bertram Floronoy, la o distanţă în timp de 441 ani de când spaniolul Vicente Janéz Pinzon, la 1500, descoperă gura fluviului ale căror ape transformau porţiunea alăturată a Oceanului Atlantic într-o "Mar Dulce" (Mare Dulce).

Amazonul propriu-zis începe de la confluenţa celor doi mari afluenţi Ucayali şi Marañon care se unesc la Nauta, ceva mai amunte de localitatea Iquitos, iar până la unirea cu apele celui mai mare afluent de pe stânga - Rio Negro, care se

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

produce la Manaus, Amazonul de numeşte Solimões. În limitele bazinului intră versanţii estici ai Anzilor, o parte din Podişul Guianei, partea nordică şi centrală a Podişului Braziliei şi Amazonia, cea mai mare câmpie din lume. Cea mai mare parte a cursului se desfăşoară între Ecuator şi 5° latitudine sudică cu consecinţe foarte importante în clima regiunii şi regimul de scurgere al fluviului.

Cursul superior, reprezentat prin Ucayali şi Marañon, se înscrie în regiunea muntoasă andină, cu văi înguste, îndeosebi a Marañonului care curge paralel cu ţărmul Pacificului pe o vale tectonică, pante mari ceea ce conferă râurilor viteze de curgere mari în comparaţie cu cel din Câmpia Amazoniei. Amazonia care are o lungime de la est la vest de 4380 km, cu o pantă extrem de mică (la vest 150 m altitudine şi la est 0 m) corespunde unei zone de subsidenţă care în s-a acumulat un volum enorm de sedimente (circa 4000 m grosime). Râurile afluente la ieşirea din podişurile vecine, constituite din roci dure formează numeroase cascade şi repezişuri care le conferă un potenţial hidroenergetic ridicat.

Cu toate că forma bazinului poate fi asemănată cu o frunză în care nervura principală (Amazonul) colectează numeroşi afluenţi de pe ambele părţi, se poate remarca o desimetrie evidentă în sensul că de pe partea dreaptă (din sud) vin mai mulţi afluenţi şi destul de mari (Jura, Purus, Madeira, Tapajos, Xingu şi discutabil Tocantins) în comparaţie cu partea stângă (Napo, Ica - Putumayo, Japura, Rio Negro). Se estimează că Amazonul colectează circa 1100 afluenţi mai importanţi, dintre care 20 au peste 1500 km lungime fiecare.

Între Manaus şi Anzi, Amazonia are forma unei pâlnii largi de 2000 km limitată la sud de Madeira şi la nord de Rio Negro. Panta foarte scăzută în această parte favorizează divagarea laterală a apelor formând un păienjeniş de meandre, braţe moarte, grinduri instabile. Lăţimea apelor Amazonului propriu-zis are 2 km la Iquitos şi 5 km către Manaus iar adâncimea apei este între 20 - 40 m. În aval de Manaus, datorită apropierii podişurilor Guianei şi Braziliei, lăţimea Câmpiei Amazonia se răstrânge în unele locuri la 200 - 300 km lăţime

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

determinând şi un proces de eroziune pe verticală mai mare, fapt ce conduce la o adâncime a apei în albie la Obidos de circa 80 m.

În sectorul inferior, după confluenţa cu Xingu, înainte de a se vărsa în Oceanul Atlantic cu circa 400 km, râul se împarte în mai multe braţe (furos) separând insula care se constituie într-o deltă de tip aparte (cea mai mare din lume de circa 100.000 km^2). Această deltă este limitată la nord - vest de braţul principal, Amazonul propriu-zis, iar la sud - est de braţul Pará în care se varsă apele râurilor Tocantins. Dintre insulele cele mai importante incluse în aşa-zisa deltă menţionăm: Grande de Gurupá, Caviana, Juanaucu, Mexiana şi Marajó cea mai mare (40.154 km^2).

Apele braţului Pará şi cu cele ale lui Tocantins formează estuarul Marajó pe malul căruia se găseşte portul Belém fondat în 1616, cel mai important pentru navigaţia de pe Amazon. Adâncimea apelor în sectorul inferior scade la 20 - 25 m, dar suficientă pentru navigaţia vaselor de tonaj maritim. În faţa estuarelor Amazonului, ca o continuare a insulelor ce alcătuiesc delta emersă se găsesc în apele Oceanului Atlantic resturile unei vechi delte fragmentată şi inundată de mişcările recente de ridicare a nivelului oceanului.

Ca urmare a poziţiei geografice, situată în zona ecuatorială, cu afluenţi în ambele emisfere, regimul de scurgere este uniform tot timpul anului. În timpul verii boreale aduc ape bogate râurile de pe partea stângă, iar în vara australă cele de pe partea dreaptă. Totuşi, datorită numărului mare de afluenţi din emisfera australă, în august - septembrie, când râurile de aici au apă mai puţină, se înregistrează ape scăzute pe Amazon. Sunt şi situaţii, cu totul excepţionale, când apele mari din cele două emisfere se suprapun producând inundaţii catastrofale (Fig. 3.86.).

Informaţiile pertinente despre cantitatea de apă pe care o transportă Amazonul sunt destul de diferite. Cu circa 30 - 40 ani în urmă debitul mediu al râului era estimat la 70.000 m^3/s. Ulterior, prin efectuarea unor măsurători, cifra s-a ridicat la 120.000 m^3/s şi după calculele făcute de Serviciul Geologic al SUA acesta ar ajunge la cifra colosală de 190.000 m^3/s după confluenţa cu râul

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Xingu, corespunzând unui debit specific de 30,9 l/s*km^2. Debitul maxim ar fi de aproximativ 300.000 m^3/s, iar cel minim de 70.000 - 80.000 m^3/s. Potrivit valorii debitului mediu, Amazonul ar deține 17 - 19% din scurgerea medie a râurilor Terrei.

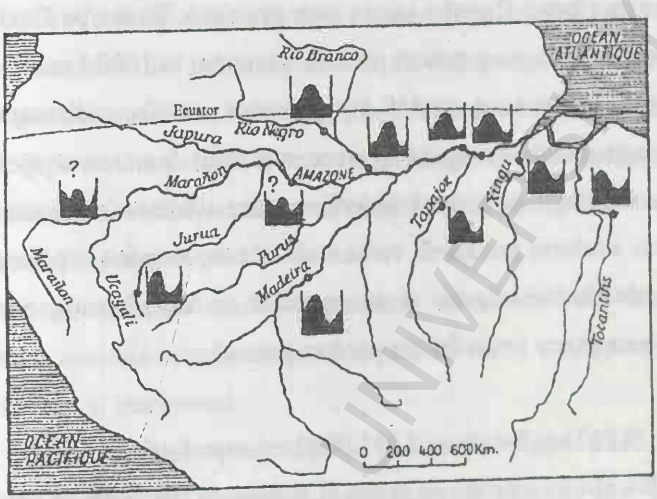


Fig. 3.86 Bazinul fluviului Amazon - hidrografe caracteristice (luna iulie este situată la mijlocul diagramei) (după A. Guilcher)

Corespunzător acestei cantități de apă este și cea de aluviuni care se apreciază la 1 miliard tone/an. Această cantitate enormă de aluviuni este împrăștiată în Oceanul Atlantic sub forma unui evantai în fața gurilor Amazonului până la circa 300 km în larg. În interiorul bazinului sunt afluenți care aduc ape încărcate cu aluviuni galbene numite rios brancos și râuri cu ape negre drenate din mlaștini numite rios negros.

Cel mai tipic este afluentul cel mai mare de pe stânga numit Rio Negro. După confluența acestuia cu Amazonul, la Manaus, apele negre curg alături de cele gălbui-roșcate fără să se amestece pe multe zeci de kilometri. În timpul apelor mari, nivelurile fluviului și ale afluenților cresc cu 15 - 20 m, inundând

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

varzeas, rupând malul, smulgând arbori şi locuinţele indienilor, purtându-le încet spre ocean. Datorită pantei mici şi a revărsării laterale, deplasarea apelor se face extrem de încet încât de la Tabatinga la Obidos cei 1000 km sunt parcurşi în două luni, această masă de apă fiind, pe drept, numită o adevărată "mare în mers".

Un fenomen cu totul deosebit care se petrece pe Amazon, numit de băştinaşi pororoca este efectul fluxului marin care pătrunde în sus pe fluviu provocând valuri puternice ce ajung uneori până la Santarém la 1000 km. În estuarul larg de peste 200 km şi lung de 350 km pororoca are efecte distrugătoare asupra ţărmului, îngreunează navigaţia spre ocean şi chiar descărcarea apelor. Pororoca alături de inundaţii sunt două fenomene care schimbă continuu configuraţia malurilor şi a tuturor gurilor de vărsare ale afluenţilor până la Manaus.

Potenţialul hidroenergetic al Amazonului cu toţi afluenţii, apreciat la 280 mil. KW, este foarte puţin folosit până în prezent.

Congo (4320 km lungime, 3.691.000 km^2 suprafaţă)

Al doilea râu ca mărime de bazin şi volum de apă scurs în timpul unui an, după Amazon, situat tot în zona ecuatorială. În mod obişnuit izvorul acestui mare râu este socotit afluentul Lualaba, de fapt am putea spune cursul său superior, deoarece denumirea de Congo începe să fie folosită cam din dreptul Ecuatorului, până aici numindu-se Lualaba.

Denumirea de Congo a fost dată de europeni în secolul al XV-lea. Cea mai mare parte din bazinul Congo a fost stăpânită de Belgia sub denumirea de Congo belgian până în 1960, când acesta şi-a cucerit independenţa sub numele de Republica Congo, capitala la Leopoldville. Înainte de denumirea de Congo băştinaşii, cel puţin cei din zona de vărsare sau din sectoarele cu cataracte, îi spuneau Zair însemnând "coastă" în limba lor.

Bazinul fluviului Congo are o formă, oarecum, dreptunghiulară, fiind orientat nord - sud şi repartizat aproximativ egal pe de o parte şi de alta a Ecuatorului, în interiorul continentului african. Latura estică a acestui

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

dreptunghi se sprijină pe grabenul est - african în care se găsesc marile lacuri Nyassa, Tanganyka, Kivu, Edward şi Albert şi din care două (Tanganyka şi Kivu) sunt drenate de Congo. Latura vestică este mai festonată, cu pătrunderea spre Oceanul Atlantic numai prin valea propriu-zisă a fluviului (sectorul de cataracte Livingstone).

Acest imens organism hidrografic este axat pe un bazin (depresiune) morfologic ce are în fundament structura continentului austral Gondwana, care după fragmentare, încă din primele perioade ale Paleozoicului, a fost supus pe de o parte acţiunii de modelare subaeriană, ceea ce a dus la erodarea munţilor şi podişurilor , şi pe de altă parte la o serie de presiuni tectonice marginale care l-au compartimentat formând munţi mai tineri de încreţire, sau vulcanici pe marginile estică şi vestică.

Fluviul Congo drenează această depresiune central africană iar trăsăturile morfologice ale acesteia se reflectă în orientarea cursului, configuraţia albiei în profil longitudinal şi transversal.

Lualaba şi deci izvoarele Congoului se găsesc în Podişul Shaba (1.500 m altitudine), o subdiviziune a podişului mai mare şi chiar a unei provincii - Katanga, la aproximativ 12° latitudine sudică. Regiunea de izvor comună cu un afluent al Lualabei numit Lufira, cu care confluează şi trec prin lacul Kisale, este uşor mlăştinoasă. După câteva sute de km valea se adânceşte şi formează cascada Nzilo la traversarea Podişului Manika şi intrarea râului într-o vale tectonică, largă, în care se găsesc mai multe lacuri (Upemba, cel mai mare, Kabwe, Kisale, Kabamba), resturi ale unui lac mult mai mare în trecut, reprezentând şi un prim nod de convergenţă hidrografică. În amunte de cascada Nzilo, s-a construit lacul şi hidrocentrala Nzilo în apropiere de localitatea Kolwezi.

După ieşirea din depresiunea lacurilor Upemba - Kisale, râul se uneşte, la Ankoro, cu Lovua, ce drenează apele lacului Moero (Mweru 4920 km^2, 9 - 15 m adâncime). În lacul Moero se varsă Luapula, ce drenează alt lac întins, dar de mică adâncime - Bangweulu (pe malul căruia la 1 mai 1873 a murit cunoscutul

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

explorator al Africii Centrale şi misionar englez David Livingstone) şi primeşte pe Ciambezi, considerat al doilea izvor al fluviului Congo. Ciambezi izvorăşte din înălţimile din sud-estul lacului Tanganyka şi care prin afluenţii săi drenează o bună parte din podişul situat între lacurile Nyassa (Malawi), Moero şi Tanganyka (Zambia de nord - est).

La aproximativ 150 km în aval de confluenţa cu Lovua, Lualaba primeşte, tot pe dreapta, la Kabalo, emisarul lacului Tanganyka, numit Lukuga care preia o parte din apele acestuia în dreptul localităţii Kalemi (Albertville). De la Kabalo la Kalemi, în cea mai mare parte pe valea Lukuga, se găsesc două căi de legătură (cale ferată şi şosea). Prin lacul Tanganyka (34.000 km^2 şi 1435 adâncime maximă), indirect, Congoul drenează şi lacul Kivu (2650 km^2 şi 480 m adâncime maximă), aceasta fiind legat de Tanganyka prin emisarul Ruzizi. După confluenţa cu Lukuga, valea Lualabei se adânceşte şi formează prin câteva cascade pe circa 120 km lungime, sectorul numit destul de sugestiv Porţile Infernului (Portes d'Enfer) şi care nu este navigabil.

În continuare, valea râului ce străbate unitatea de podiş cu vegetaţie de savană alternează când cu sectoare navigabile (de la Kasongo la Kimbombo, de la Kundu până la cascadele lui Stanley pe circa 300 km) când cu praguri şi cascade (de la Kimbombo la Kindu cu cascadele Shambo sau cele şapte cascade Stanley în apropiere de oraşul Kisangani, fost Stanleyville). De la Kisangani, unde primeşte câţiva afluenţi pe dreapta, între care Thopos, Lindi şi Aruwimi sunt mai importanţi şi cu numeroasele cascade şi praguri în cursurile inferioare, râul se numeşte Congo până la vărsare.

De aici, râul intră în depresiunea centrală care are aspectul unei vaste câmpii cu caracter mlăştinos, acoperită de pădurea ecuatorială, sector considerat cursul mijlociu al râului. Pe tot parcursul celor 1600 km prin depresiunea joasă, fluviul trece Ecuatorul la nord, face un arc de cerc şi revine în emisfera sudică în apropiere de confluenţa cu Ubangi, având o pantă de scurgere mică (0,07 m/km), o albie lată, mărginită de mlaştini, lacuri, braţe părăsite cu lăţimi până la 15 km, care la ape mari este inundată. Aici confluează Ubagi şi Sansha

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

pe dreaptam Lulonga şi Ruki pe stânga, şi tot aici se găsesc lacurile întinse şi puţin adânci (Mai Ndome - fost Leopold II cu suprafaţa variabilă în funcţie de sezon, 2300 - 8200 km^2, Tumba etc.).

După regiunea mlăştinoasă urmează un sector de vale cu lăţimea mai mică (sub un km) cu adâncimile apei de 20 - 30 m, viteză mai mare, porţiune numită "canal", până la confluenţa cu cel mai mare afluent pe stânga - Kasai, sub numele de Kwa de unde şi numele localităţii Kwamouth de la vărsare, după care fluviul intră în sectorul inferior al cursului său.

Acest sector începe odată cu străpungerea fluviului, mai întâi, a podişului marginal - Podişul Guineei de Sud, apoi a Munţilor de Cristal, şi continuă până se întâlneşte cu apele Oceanului Atlantic, prin estuarul lung de circa 150 km, lat de 5 - 19 km. În cursul inferior, valea fluviului se bifurcă înainte de Kinshasa şi respectiv Brazzaville formând cunoscuta regiune insulară Malebo-Pool (fostă Stanley Pool), lată de 25 km şi lungă de 30 km. Ramura nordică a fluviului este mai puţin funcţională sub aspect hidrologic.

La Kinshasa, în aval, valea se adânceşte până la 500 m cu lăţimi de 400 - 500 m şi uneori 220 - 250 m, având o denivelare până la Matadi, de 270 m pe 350 km. Pe acest sector se găsesc 70 praguri şi cascade din care 32 alctuiesc Cascadele Livingstone. De la Matadi, fluviul intră în câmpia litorală joasă, albia se lăţeşte la 1 - 2 km iar adâncimea şenalului este de 25 - 30 m. În continuare, de la Boma începe estuarul care se termină printr-o deltă tânără şi instabilă, din cauza mareelor. Albia propriu-zisă a fluviului se pune în evidenţă prin măsurătorile batimetrice, pe încă aproximativ 800 km în largul oceanului până la adâncimi ale apei de 1300 m.

Se apreciază că bazinul fluviului Congo însumează o reţea fluviatilă de 25.000 km, din care 12.000 sunt navigabili. Pentru conservarea peisajelor şi animalelor (ecosisteme) s-au creat numeroase rezervaţii şi parcuri naţionale care ocupă mii de km^2 (Kivu între lacurile Kivu şi Albert, Saint-Flores în Republica Africa Centrală, Selans - Tanzania, Volcanoes - Ruanda, Kindelungu, Upemba, Salonga în Zair-Congo).

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Condiţiile climatice cu ploi bogate în medie 1500 mm/an asigură Congoului un regim hidrologic echilibrat prin aportul afluenţilor din cele două emisfere. Astfel, cei din nord care reprezintă o treime aduc ape mari din martie până în octombrie iar cei din sud, în celălalt interval din an.

În cursul superior, pe Lualaba, apele mari se produc în noiembrie - decembrie, în cursul mijlociu în mai, datorită apelor din nord şi altele şi mai mari în decembrie ca urmare a aportului afluenţilor din sud. La Boma, la intrarea în estuar, Congoul transportă un debit mediu de 39.000 m^3/s (1230 km^3/an) sau după alte surse 44.900 m^3/s (1414 km^3/s), la ape mari, în decembrie 60.000 m^3/s, iar la ape mici în iulie 29.000 m^3/s.

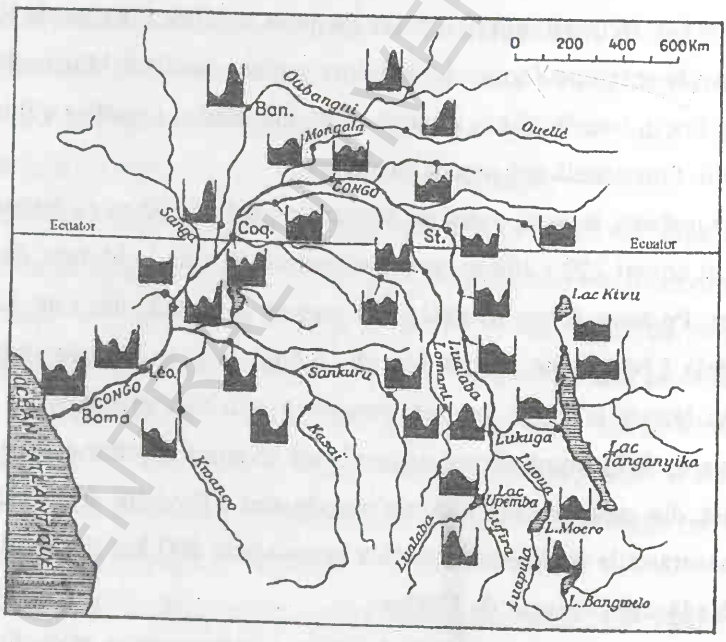


Fig. 3.87 Bazinul fluviului Congo (Zair) - hidrografe caracteristice (luna iulie este situată la mijlocul diagramei) (după A. Guilcher)

Se apreciază că valorile extreme variază între 23.000 şi 75.000 m^3/s, totuşi un ecart destul de mic, caracteristic râurilor cu regim de scurgere ecuatorial. Apele dulci ale fluviului ajung până la 75 km depărtare de ţărm în Oceanul

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Atlantic, mult mai puţin decât în bazinul Amazoniei. La acest volum mare de apă, Congoul transportă puţine aluviuni (circa 50 mil. tone/an) în comparaţie numai cu Dunărea care are un debit mediu de numai 6500 m^3/s şi transportă aproape 60 mil. tone/an aluviuni.

Cantitatea mică de aluviuni în cazul Congoului se explică prin rezistenţa rocilor la eroziune în cea mai mare parte a bazinului şi depunerea lor în sectorul central, unde panta de scurgere este mică. Numeroasele praguri şi cascade asociate cu debitul mare conferă un potenţial hidroenergetic ridicat evaluat la 100 mil. KW dar care este încă puţin valorificat, până în prezent (Fig. 3.87.)

Niger (4160 km lungime, 2.092.000 km^2 suprafaţă)

Este al treilea râu ca mărime din Africa, după Congo (Zair) şi Nil. Dacă Nilul izvorăşte din zona ecuatorială şi străbate emisfera nordică pe 35° până la Marea Mediterană, iar Congo cu un bazin foarte mare este axat pe Ecuator, Nigerul prin configuraţia cursului, o mare buclă care s-ar înscrie într-un semicerc, aproape că are izvorul cât şi vărsarea, care este în Golful Guineei - Oceanul Atlantic, pe aceeaşi paralelă.

Această configuraţie hidrografică se pare că se datoreşte unirii prin captare a trei râuri care se identifică, astăzi, numai prin denumirile diferite şi anume: Nigerul superior (Djoliba), Nigerul saharian (Issa-Ber) şi Nigerul inferior (Konarra). Nigerul are izvorul în Munţii Fouta Djalon, pe graniţa dintre Guineea şi Sierra Leone, la aproximativ 9° latitudine nordică, o regiune bine împădurită şi cu precipitaţii de aproximativ 2000 mm/an. Străbate, în cursul superior, o depresiune în care se găseşte o suită de cascade şi praguri (Quarra - Quarraou, Bagnoroma, Takala, Bafara) şi primeşte câţiva afluenţi pe dreapta (Matou, Niandan, Milo, Sankarani) şi Tinkisso pe stânga, toţi înainte de Bamako, capitala statului Mali. Prin aportul bogat al acestor afluenţi, Djoliba (Niger) este în această secţiune un râu cu o lăţime de peste 400 m şi navigabil între localitatea Kouroussa şi Bamako. De la localitatea Sagou până la Tombouctou, Nigerul se desface în mai multe braţe formând o deltă interioară

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Macina (78.000 km^2), aici vărsându-se şi un afluent important pe dreapta - Bani, lângă localitatea Mopti.

Din august până în decembrie, în timpul apelor ridicate, această regiune este inundată formând numeroase lacuri, gârle şi mlaştini. Se apreciază că în perioada când Sahara era o regiune cu climat umed, Macina funcţiona ca un imens lac. În prezent barajul Sansanding, contruit în 1947, ridică nivelul apei din râu cu 13 m, fapt ce permite preluarea din canalele Sahel şi Macina a unei cantităţi importante de apă pentru irigaţii. Tombouctou, altădată un important oraş din Africa, îmbogăţit prin comerţul cu sclavi, este astăzi o aşezare modestă.

Dacă până la Tombouctou Nigerul are o direcţie generală de la sud - vest spre nord - vest, de aici şi până la Bourem are o direcţie vest - est şi curge la limita sudică a deşertului Sahara, prin Sahel. De la Bourem, unde formează pragurile Tosaye (în gresie), Nigerul curge spre sud - est până la localitatea Lokoja din Nigeria, unde confluează cu cel mai mare afluent Benue, ce vine din stânga, din Munţii Adamaoua - Camerun.

Până la intrarea pe teritoriul Nigerului, râul nu primeşte nici un afluent, în schimb pierde multă apă, atât prin evaporaţie, cât şi prin infiltraţii laterale în dunele de nisip către depresiunile Hodh şi Azaouad. În sectorul deşertic, pe malul Nigerului se găseşte oraşul Goa, de pe teritoriul Republicii Mali, capitală a marelui imperiu Shonghai din secolul al XI-lea. În prezent teritoriul este locuit de tuaregi, populaţie nomadă, care se ocupă cu păstoritul. Pe teritoriul statului Niger, râul trece prin capitala acestuia, Niamey, apoi formează, pe o mică porţiune, graniţa dintre acesta şi statul Benin şi intră în Nigeria unde se desfăşoară până la vărsare, în Golful Guineei.

În acest ultim sector primeşte mai mulţi afluenţi importanţi. Spre deosebire de cursul superior, aici, afluenţii sunt pe stânga (Sokoto, Kaduna şi Benue) şi îi imprimă trăsăturile unui mare fluviu. Înainte de oraşul Jebba, unde se găseşte unul din cele trei poduri de peste fluviu, Nigerul formează iarăşi o succesiune de cascade (Lala, Kandji, Ourou), după care valea se lărgeşte sub forma unei

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

depresiuni până la confluența cu Benue. De aici, direcția de curgere este de la nord spre sud, formând între Lokoja și Idah un defileu, iar de la Onitsha la vărsare, delta - în suprafață de 36.000 km^2, cu o desfășurare la țărm pe 320 km și pe mai multe brațe navigavbile, Nun, Brass, Calabar, Forcados, pe ultimul practicându-se navigația cu vase de tonaj maritim.

Țărmul mării în fața deltei este acoperit cu vegetație de mangrove, iar în interiorul deltei cu pădure densă de tip subecuatorial. Exploatările petroliere din deltă și din câmpia din cursul inferior au dus la dezvoltarea rapidă a orașului Port Harcourt, care s-a specializat în această direcție după 1958. (Fig. 3.88.)

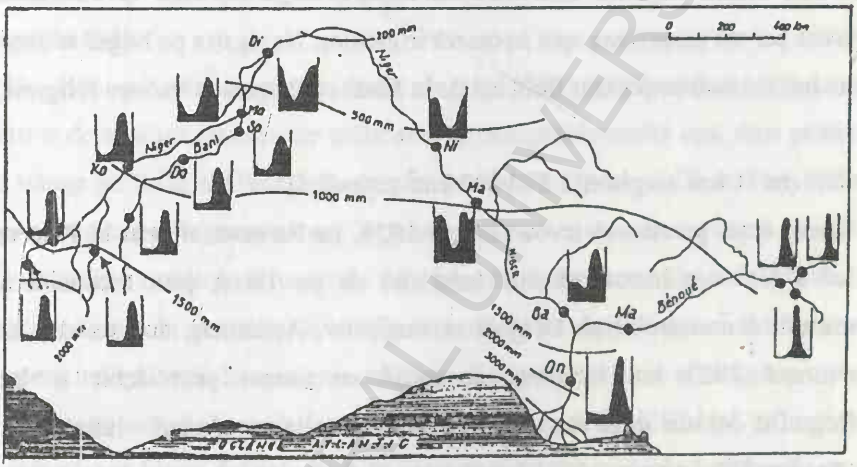


Fig. 3.88 Bazinul fluviului Niger - hidrografe caracteristice (luna iulie este situată la mijlocul diagramei, izoliniile reprezintă precipitațiile medii anuale) (după A. Guilcher)

Regimul de scurgere caracteristic climatului subecuatorial și tropical este influențat, în sectorul mijlociu, de deșertul Sahara. În cursul superior apele mari se propagă lent spre aval ajungând în cel mijlociu în decembrie - ianuarie, iar în cel inferior în februarie - martie, precedate de o viitură locală prin apele aduse de Benue, în octombrie.

Debitul mediu este de 1550 m^3/s la Koulikoro, în apropiere de Bamako, deci înainte de a intra în delta interioară Macina, de 1190 m^3/s la Mopti în mijlocul deltei, 1000 m^3/s la Niamey, după ce a străbătut deșertul. La Lokoja, Nigerul

ajunge la 3000 m^3/s, iar Benue aduce 3400 m^3/s. Cu ce mai primește pe parcurs, spre vărsare, debitul mediu este apreciat la 7000 m^3/s. Suprapunerea apelor mari ale lui Benue cu Niger determină un debit maxim de 25.000 - 30.000 m^3/s. Cantitatea de aluviuni transportată anual și care contribuie la înaintarea deltei, deși țărmul este supus fluxului și refluxului, este de 67 mil. tone. Resursele hidroenergetice ale fluviului sunt estimate la 30 GW și sunt folosite destul de puțin până în prezent. Cel mai mare obiectiv hidroenergetic este la Kainji în Nigeria, construit în 1968, cu următoarele caracteristici: baraj 41 m înălțime, lacul cu o suprafață de 1270 km^2 și volum de 15,1 km^3, putere instalată de 960 MW. În cursul superior sunt barajele Agrett, lângă Bamako și Sansanding, folosite pentru prelevarea apei necesară irigațiilor. Navigația pe Niger se face pe sectoare, cel mai important fiind cel de la Niamey (Niger) la vărsare (Nigeria).

Nil (6671 km lungime, 2.870.000 km^2 suprafață).

Deși, după precizarea izvoarelor, în 1938, pe Ruvuvu afluent al Kagerei - Nilul a fost considerat cel mai lung râu de pe Terra, prin reconsiderarea izvoarelor Amazonului pe Ucayali și, respectiv, Apurimaç, aceasta din urmă însumează 7025 km lungime, devenind nu numai prin debit și bazin hidrografic, cel mai mare râu, ci și prin cea de a treia coordonată - lungimea.

Așadar, Nilul prin cei 6671 km rămâne al doilea ca lungime, după Amazon, străbate Africa de nord - est pe 35^0 latitudine (de la $3^055'$ latitudine sudică la $31^030'$ latitudine nordică) și poartă mai multe denumiri - pe sectoare. Astfel, Kagera care se varsă în lacul Victoria se mai numește și Alexandra Nile, iar secțiunea dintre lacurile Victoria și Albert - Victoria Nile, unde se găsesc și cascadele Owen (Rippon) și Murchison.

Între cele două lacuri - Victoria și Albert - se interpune lacul Kyoga, cu caracter mlăștinos, populat de numeroși hipopotami și crocodili și acoperit de insule plutitoare din trestie și papirus. Acest sector se găsește în plină pădure ecuatorială, ceea ce face ca râul să fie mărginit de adevărate ziduri verzi în care copacii sunt sufocați de liane.

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Odată cu intrarea în regiunea grabenului african, în care atinge şi lacul Albert, valea se îngustează între pereţii de granit, iar Nilul formează cea mai frumoasă cascadă de pe cursul său - Murchison, de 40 m. Aici se găseşte şi Parcul Naţional Kabalega, numit anterior Murchison Falls National Park, în suprafaţă de 39.100 km^2, situat în Uganda şi înfiinţat în 1952, în care sunt protejate specii de animale ca: hipopotami, crocodili, elefanţi, bivoli, lei, leoparzi, rinoceri negri şi albi, girafe, antilope în peisajul de savană, păsări şi, bineînţeles cascada ca atare.

De la lacul Albert, având Munţii Albaştri (Blue Mountains) în stânga, sub denumirea de Albert Nile, râul, până la localitatea Juba din Sudan formează pragurile Fola.

De aici, sub denumirea de Bahr el Jebel (Fluviul Muntelui), Nilul trece printr-o depresiune cu caracter mlăştinos în care pierde multă apă, deşi primeşte din stânga pe Bahr el Ghazal, în dreptul lacului No. Bahr el Ghazal are bazinul de recepţie într-o regiune săracă în precipitaţii, cu toate că este situat între 4 şi 22^0 latitudine nordică, şi ca atare debitul este foarte mic. De altfel, Bahr el Ghazal, numit în amunte de confluenţa cu Nahr Jur, Bahr el Arab, are o scurgere intermitentă în secţiunea mijlocie şi superioară ca şi afluenţii săi.

Regiunea mlăştinoasă de la confluenţă se numeşte Sudd ("dop" în arabă) şi reprezintă un focar de paludism în care rezistă cu greu doar triburile nueri aparţinând populaţiilor nilotice şi care se ocupă cu pescuitul şi păstoritul. Suprafaţa acestor mlaştini este apreciată la 60.000 km^2 şi variază în funcţie de pulsaţiile apelor Nilului. Atunci când apele scad rămân imense suprafeţe mocirloase.

La ape mari, o puzderie de insule de vegetaţie alcătuite din trestie şi papirus plutesc şi se îngrămădesc, datorită curenţilor, blocând scurgerea, căile navigabile şi schimbând, în permanenţă, fizionomia apei.

În această imensă regiune mlăştinoasă Nilul pierde aproape 70% din volumul de apă cu care intră. Tot aici, prin dezvoltarea unor alge verzi, într-o anumită perioadă a anului, Nilul preia şi transportă aşa-zisele ape verzi până în

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

cursul mijlociu. S-au elaborat mai multe proiecte de asanare a acestor mlaştini prin care se prevede amenajarea unui canal, de la localitatea Bahr spre lacul No.

Odată cu ieşirea din mlaştinile Sudd, de la localitatea Malakal, râul se numeşte Bahr el Abyad (Nilul Alb), denumire pe care şi-o menţine până la Khartoum, unde se uneşte cu Bahr el Azraq (Nilul Albastru sau Abbai pe teritoriul Etiopiei), ce vine din Podişul Abisiniei şi care joacă un rol important în regimul de scurgere şi în fertilizarea luncii Nilului în sectorul egiptean. Un alt afluent important al Nilului Alb, care vine tot din dreapta, din partea sudică a Podişului Abisiniei şi confluează în dreptul localităţii Malakal, este Sabat (740 km lungime şi 420 m^3/s debit mediu). De la confluenţa Nilului Alb cu Nilul Albastru sub denumirea de Nil, sau, simplu, Bahr, care în arabă înseamnă "mare" (adică apă mare), râul mai primeşte ultimul afluent, deşi mai are de străbătut până la vărsare 2700 km - Atbara, care vine tot din dreapta, din Podişul Abisiniei, dar cu apă mai puţină, uneori chiar secând, datorită climei deja destul de secetoasă.

De la Khartoum în aval Nilul parcurge pustiul, deşertul şi regiunea istorică Nubia, înfloritoare între anii 791 şi 656 î.e.n. În Nubia, Nilul face o uriaşă buclă, în care încep să apară cele şase cataracte numerotate de la nord la sud. Cataracta a 6-a, la circa 150 km aval de Khartoum, formată în masivul stâncos Djebel Rauwaya, numită de localnici Şabluka (jgheabul).

De la localitatea Wadi Halfa (Valea Fericită) situată în Sudan începe să se înscrie în peisaj lacul de acumulare Nasser (157 km^3 apă, 5120 km^2 suprafaţă, 95 m înălţimea barajului Assuan şi 2100 MW putere instalată a centralei cu acelaşi nume), care a inundat valea Nilului pe 500 km lungime (150 km în Sudan şi 350 km în Egipt). Construirea barajului (finalizat în 1971) a condus la inundarea cataractei 1 şi a impus, sub auspiciile UNESCO, salvarea, prin deplasare, a templelor celebre de la Abu - Sibel (Ibsambul) şi a altor monumente din insula Philae din aval de barajul Assuan, acesta fiind amplasat la Sadd el Aaali.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În aval de Assuan, pe 900 km la vărsare, valea Nilului se lărgeşte până la 20 - 25 km, lunca fertilizată anual prin mâlurile depuse de revărsarea anuală a apelor fluviului reprezentând singura regiune unde s-a asigurat hrana poporului egiptean de milenii.

Imediat în aval de Cairo începe delta ce se desfăşoară pe 257 km lungime şi 22.000 - 24.000 km^2 în suprafaţă. Din numeroasele braţe care au brăzdat delta, două au rămas mai importante şi anume Dumyat (Damietta) la est, pe care se face şi navigaţie, şi Rashid (Rosetta) la vest. Delta Nilului nu are peisajul cunoscut al deltelor tipice, cum este şi cel din Delta Dunării, datorită în primul rând, condiţiilor aride în care este situată şi, în al doilea rând, prin faptul că este cultivată şi irigată în proporţie de 80%. Face excepţie şiragul de lagune cu apă sărată şi sărăturile dintre ele care se mărginesc către Marea Mediterană delta dintre Alexandria, în vest şi Port Said, în est, pe o lungime de ţărm de 260 km.

Regimul de scurgere al Nilului este determinat de zonele climatice prin care trece, de regimul afluenţilor şi de prezenţa deşertului Sahara pe care îl străbate. Sub aspectul regimului pluvial se disting 4 sectoare şi anume: cursul superior - în zona marilor lacuri, cu precipitaţii bogate (1500 mm) în majoritatea lunilor din an, cu excepţia lunilor ianuarie şi iulie când sunt mai reduse; sectorul mlaştinilor - în care se face trecerea de la climatul tropical boreal, cu precipitaţii care se diminuează de la 1000 mm, repede spre nord; sectorul etiopian (pentru Nilul Albastru) unde precipitaţiile sunt bogate (2000 mm) dar distribuite într-un sezon (de vară - toamnă, cu maximum în iulie); climatul de deşert de la Khartoum la vărsare, cu precipitaţii nesemnificative.

În ceea ce priveşte volumul de apă scurs, se remarcă un debit minim la începutul lui iunie după care începe să crească uşor, sub influenţa apelor de pe Nilul Alb şi o creştere puternică datorită aportului de pe Nilul Albastru, până în septembrie după care începe să scadă lent până în iunie, anul următor. Din ianuarie până în iunie, apele care trec pe la Assuan provin din Nilul Alb, respectiv de pe Bahr el Jebel, diminuate în mlaştinile Sudd, şi din Sobat. Dacă la Mongalla, Bahr el Jebel vine cu 840 m^3/s, la confluenţa cu Bahr el Ghazal

BCU "AL. I. CUZA" CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY

(lacul Nc) mai are doar 290 m^3/s, diferența rămânând în mlaștini (Fig. 3.89, 3.90).

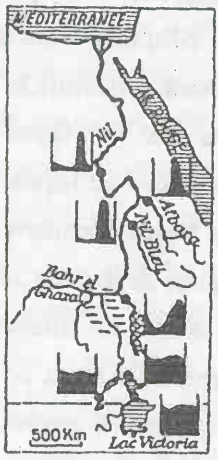


Fig. 3.89 Bazinul Nilului hidrografe caracteristice

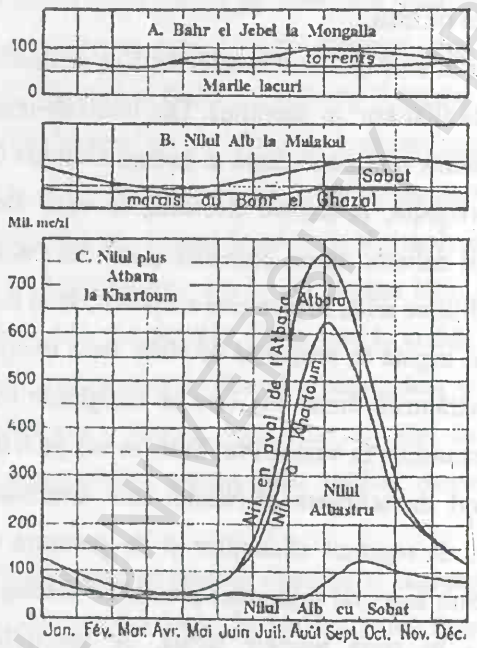


Fig. 3.90 Debitele Nilului și a unor afluenți în puncte caracteristice (valori medii 1912 - 1936) (după A. Guilcher)

Apele mari de pe Nil se datoresc Nilului Albastru și Atbarei care la începutul lui septembrie aduc peste 7500 m^3/s (68% Nilul Albastru, 22% Atbara și 10% Nilul Alb cu Sobat).

La Assuan, de unde Nilul nu mai beneficiază de nici un aport de apă din afluenți, debitul mediu este de 2600 m^3/s, cel maxim de 15.000 m^3/s și cel minim de 500 m^3/s, valori foarte mici în comparație cu lungimea și suprafața bazinului hidrografic, dar explicabile datorită condițiilor climatice. Volumul de apă scurs anual a variat de la 45,6 km^3 în 1913 la 112 km^3 în 1916, iar valoarea medie pentru 40 de ani este de 84,1 km^3. Variațiile de nivel sezoniere

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

înregistrau la Assuan 9 m. Inundaţiile care se produceau şi care acum sunt dirijate prin lacul Nasser au rolul de fertilizare cu mâl şi alimentarea apelor freatice. După revenirea apelor în albia minoră începe cultivarea pământului. Variaţia nivelului apei în Nil şi în pânza freatică din luncă s-a urmărit din cele mai vechi timpuri prin puţuri săpate special şi gradate numite nilometre. Aceste nilometre sunt precursoarele mirelor hidrometrice şi a limnigrafelor de mai târziu. Astăzi, variaţia nivelului la nilometre este urmărită şi transmisă prin telefon, în lungul văii Nilului, pentru avertizare.

Nilul - cu apele şi mâlul revărsate anual - a constituit cel mai preţios dar adus acestei regiuni aride. Când învăţaţii antici au afirmat că "Egiptul este un dar al Nilului" au exprimat un mare adevăr. Cu circa 5000 ani î.e.n., pe timpul faraonului Menes, existau captări de apă pentru irigaţii, pentru reţinerea apelor la descreştere în spatele unor diguri laterale de argilă. Cu 4000 ani î.e.n. s-a săpat un canal între Nil şi lacul Birket Qarun, situat la 70 km sud - vest de Cairo.

Parana (4036 km lungime, 2.665.000 km^2 suprafaţă).

Dacă se ia în considerare estuarul La Plata în care se varsă râul Uruguay, sistemul hidrografic numit uneori şi Paraná - La Plata este al doilea ca mărime în America de Sud, după Amazon.

Paraná propri-zisă, se formează din unirea afluenţilor Rio Grande (1095 km) şi Paranaiba (905 km), amândouă cu izvoarele în Brazilia (Podişul Braziliei), în dreptul localităţii braziliene Rubinéia şi unde se numeşte Alto Paraná. Cu o direcţie de la nord-est spre sud-vest, Paraná formează graniţa dintre statele federale braziliene Mato Grosso - Sao Paulo şi Mato Grosso - Paraná, străbate Podişul Paraná, constituit din diabaze, în care are o vale adâncă şi cascade, dintre care cea mai spectaculoasă este Urubupunga (Salto do Urubupunga, o suită de şapte cascade, cea mai mare de 12 m.).

În aval de cascada Urubupunga, în cadrul Podişului Paraná râul primeşte mai mulţi afluenţi, dintre care cei din stânga, ce vin din lanţurile muntoase

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

litorale braziliene şi străbat podişul cu acelaşi nume, sunt mai bogaţi în ape, cu cascade şi praguri, deci şi un potenţial hidroenergetic ridicat. Dintre aceştia menţionăm: Tietê, care izvorăşte în apropierea metropolei São Paulo, cu cascadele Avanhodava şi Itapira, apoi Paranapanema, Ivai şi Iguaçu, pe ultimul găsindu-se şi cascada cu acelaşi nume.

Cascada Iguaçu (numită odinioară Victoria) situată la 16 km de confluenţa râului omonim cu Paraná, are o cădere de 72 m la un debit de 1200 m^3/s. Este vorba, de fapt, de un sistem de cascade format pe roci bazaltice. Între acestea se disting: cascada argentiniană Căderea Potcoavei, asemănătoare cu Niagara, şi cascada braziliană Gura Diavolului.

Pe Paraná, înainte de confluenţa cu râul Iguaçu, mai exact acolo unde acesta începe să formeze graniţa cu Paraguay, se găseşte altă cascadă importantă numită Salto das Sete Quedas (Guaira) care în traducere înseamnă "şapte cascade", cu înălţime de 33 m dată de traversarea de către fluviu a lanţului muntos Maracaju. La ape mici aceasta este separată de stânci în mai mult de şapte cascade, aproape 20 şi numai la ape mari (circa 9800 m^3/s) se realizează o singură cădere.

Între cascadele Urubupunga şi Guaira pe râu se practică cu dificultate navigaţia cu vase uşoare. În aval de Cascada Urubupunga se găseşte podul pe care trece calea ferată ce leagă oraşele São Paulo şi Corumba de pe râul Paraguay.

În amunte de confluenţa cu râul Iguaçu, la Itaipú (care înseamnă în limba băştinaşilor "stânca care cântă în râu") a început, din 1975, şi se va termina în anii '90 una dintre cele mai mari hidrocentrale din lume (a doua după cea de pe Iantzî). barajul de la Itaipú va avea 170 m (190 m) înălţime, 1865 m lungime (material încorporat - de 2,5 ori volumul piramidei Kheops); lacul se va întinde pe 1640 km^2 şi 190 km lungime, inundând cascada Guaira, iar centrala electrică cu 18 turbine va însuma 12,6 milioane KW. Complexul hidroenergetic de la Itaipú, situat pe graniţa dintre Brazilia şi Paraguay, este construit şi va fi folosit împreună de cele două state.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În aval de confluența cu râul Iguaçu, Paraná descrie un arc de cerc către sud-vest, părăsește teritoriul Braziliei și formează granița dintre Argentina și Paraguay până la confluența cu cel mai mare afluent, Paraguay, în dreptul localității Corienttes (Argentina). Pe acest sector, îndeosebi de la localitatea Posadas (Argentina), fluviul intră în câmpia joasă și mlăștinoasă care între râurile Paraná și Uruguay este numită sugestiv Entre Rios. Se apreciază că schimbarea bruscă de direcție, către vest la orașul Posadas, se datorește unei captări a cursului superior al Paranei de către râul care vine din nord, numit Paraguay, în defavoarea celuilalt vecin - Uruguay.

După confluența cu Paraguay, Paraná curge spre sud, străbătând Pampasul argentinian până la vărsarea în estuarul La Plata. În interiorul câmpiei, datorită pantei mici de scurgere, râul se desface în mai multe brațe formând numeroase insule. Albia principală ajunge la 4 km lățime, dar la inundații atinge 20 - 30 km lățime.

Între localitățile Santa Fé și Rosario, Paraná își modifică din nou direcția spre sud-est și se desface în 11 brațe, formând o deltă interioară, numită și "Mesopotamia argentiniană". Brațul cel mai important, pe care se practică navigația, se numește Paraná - Guazu. După delta interioară, în extremitatea căreia se varsă și râul Uruguay, începe estuarul La Plata.

Regimul de scurgere al Paranei, în cursul superior (amunte de Corrientes) este de tip tropical simplu, cu un maxim în ianuarie, la Puerto Coronel și în februarie - martie, la Guaira. Aportul râului Paraguay modifică regimul, în sensul că se realizează un maxim în luna octombrie și un minim destul de evident în august - septembrie. Această influență scade treptat spre aval, Paraná redevenind un râu cu regim tipic tropical austral, cu un maxim în martie și un minim în septembrie.

Debitul mediu este de 6000 m^3/s la confluența lui Paranaiba cu Rio Grande, 9800 m^3/s după confluența cu Iguaçu și 16500 m^3/s în cursul inferior, spre vărsare. Debitul minim, tot la vărsare, este între 7000 și 10000 m^3/s, iar cel maxim de 30000 m^3/s. Volumul anual scurs este de 480 km^3, iar împreună cu

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Uruguay de 650 km^3. Cantitatea totală de aluviuni este apreciată la 150 mil. tone/an, constituind sursa principală de colmatare la gura de vărsare în estuar. Aluviunile în suspensie ajung în apele Oceanului Atlantic până la 10 km distanță de țărm (Fig. 3.91).

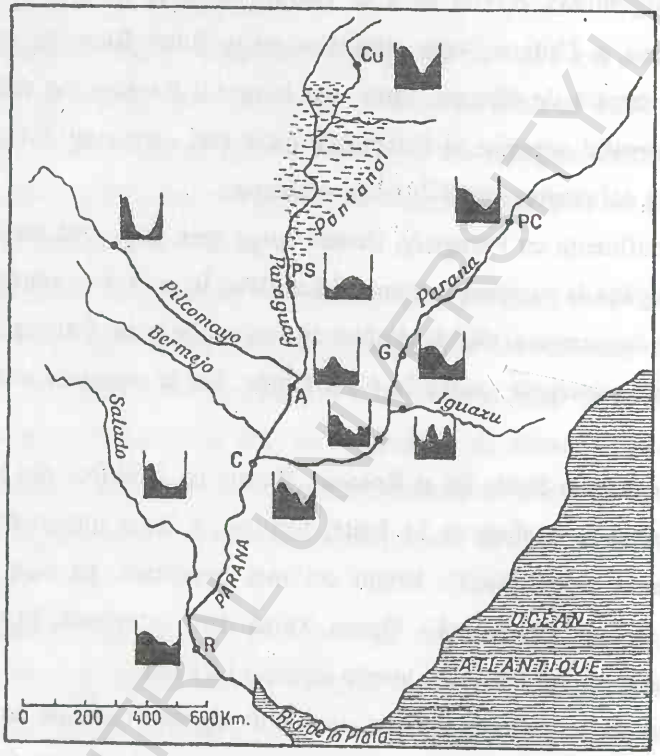


Fig. 3.91 Bazinul fluviului Parana - hidrografe caracteristice (luna iulie este situată în mijlocul diagramei) (după A. Guilcher)

Paraná a constituit dintotdeauna cea mai importantă cale de transport pentru partea australă a Americii de Sud. În prezent navigația se face cu vase de tonaj maritim, cu pescaj de până la 7 m, avale de Rosario, iar cu pescaj de 4 m până la Posadas. Potențialul energetic este apreciat la 20 GW, fiind valorificați pe afluenți (Paranaiba, Rio Grande, Tiete) și se află în curs de realizare câteva mari obiective la Itaipu, Ilha Solteira (lac de 1230 km^2, volum de 21,2 km^3 și putere

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

instalată de 3200 MW) şi Urubupunga. Cele mai importante oraşe de pe Paraná sunt: Posadas, Corrientes, Santa Fé, Paraná, Rosario.

3.8.3. ZONA ARIDĂ ŞI SEMIARIDĂ

Această zonă se desfăşoară în interiorul continentelor între 20 - 25° latitudine nordică şi sudică şi se caracterizează prin precipitaţii foarte reduse sau lipsa lor totală în cazul deşerturilor. Regiunile tropicale aride sunt: Sahara, Kalahari în Africa, Atacama în America de Sud, în peninsula Arabia, în Podişul Iran şi deşertul Thar în Asia, în centrul şi vestul Australiei. Toate aceste regiuni deşertice şi semideşertice sunt situate, aproximativ, în zona tropicală.

Valorile termice ale regiunilor aride se situează între 20 şi 28° C în ceea ce priveşte valorile medii anuale şi între 40 şi 45° C cele zilnice şi între 10 şi 15° C cele nocturne, deci amplitudini diurne de 30 - 35° C. Această situaţie termică determină valori extrem de mici la precipitaţii şi atunci când se produc se evaporă în scurt timp, favorizează procesele de dezagregare a rocilor.

În aceste condiţii nu se poate vorbi de o reţea hidrografică, deşi numeroase văi uscate cunoscute în Africa şi Peninsula Arabia sub denumirea de ued - uri pot avea scurgere în situaţii cu totul deosebite (întâmplătoare) atunci când cad precipitaţii (la 20 - 30 ani şi mai mult).

În regiunile semiaride, reţeaua hidrografică este prezentă dar afectată în regimul scurgerii de cantitatea mică de precipitaţii, fapt ce determină ca în lipsa unor surse de alimentare subterană, să sece o bună perioadă din an. În această situaţie este Bahr el Arab în cursul superior şi mijlociu, o parte din afluenţii lui Orange şi Okovango în Africa, Helmand din Podişul Iran - Asia, toţi afluenţii lacului Eyre şi ai fluviului Darling ce vin din regiunea de podiş din Australia.

Aşa cum s-a menţionat, în zona deşertică nu se poate vorbi de o scurgere lichidă şi respectiv o reţea hidrografică. Astfel, în Sahara, între Tibesti şi Nil scurgerea lichidă este practic necunoscută. La Dakhla situată în deşertul egiptean, în 19 ani de observaţii au căzut numai 3,4 mm precipitaţii iar media anuală este de 0,4 mm. La Tamanrasset în Munţii Ahaggar din centrul Saharei pentru 25 ani de observaţii s-a stabilit mai puţin de 8,6 mm precipitaţii pe an.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Viiturile pe uedurile din regiunile deşertice sunt foarte periculoase în raport cu condiţiile climatice obişnuite, respectiv cu lipsa de apă, a scurgerii. Aceste viituri sunt extrem de rare şi neprevăzute deoarece, spre exemplu în Sahara, în general, mai puţin de 10% din ploi dau peste 10 mm apă, ori pentru a se produce o ploaie torenţială şi respectiv o viitură sunt necesari 30 mm în 24 ore. Maximele înregistrate în 24 ore în Sahara algeriană la Fezzan pentru o serie de 8 - 25 ani, precipitaţiile au fost între 8 şi 80 mm la staţiile meteorologice respective.

Din observaţiile hidrologice făcute pe uedul Guir din bazinul Saoura (Sahara algeriană) au rezultat următoarele valori pentru două viituri: în octombrie 1950 la un bazin hidrografic de 20000 km^2 a fost un debit de 3000 m^3/s; în martie 1959 la un bazin hidrografic de 22000 km^2 a fost apreciat un debit de 5000 m^3/s. Pentru comparaţie reamintim că pe Siret la Lungoci în iulie 1970 la un bazin hidrografic de 36000 km^2 s-a înregistrat un debit maxim de 3186 m^3/s iar cel cu asigurarea de 1% este calculat la 3970 m^3/s. Pentru uedul Guir coeficientul A a avut valoarea de 33. Viitura din 1959 a fost provocată de ploi care au căzut 3 zile la rând însumând 81 mm în localitatea Colomb Bechar şi de 32 la 66 mm în alte 5 staţiuni din regiune. Viitura de pe Saoura a parcurs în albie până s-a epuizat circa 810 km, iar de regulă viiturile de pe uedurile sahariene nu parcurg mai mult de 300 km (André Guilcher, 1979). (Fig. 3.92.)

În nord-estul deşertului australian viiturile sunt mult mai frecvente şi cu volume mai mari. Astfel, afluenţii lacului Eyre sunt afectaţi în timp de viituri în cursurile superioare când sunt reactivate aşa zisele sisteme de albii (braţe, cursuri) încrucişate (braided system) şi care contribuie la umplerea lacului (septembrie 1950).

Turbiditatea în viiturile de pe uedurile deşertice este mai redusă şi materialul nu ajunge niciodată în mare sau ocean.

În zona semidesertică (semiaridă) din acelaşi spaţiu geografic (20 - 30^0 altitudine nordică şi sudică) trecerea către celelalte zone se face cu multe întrepătrunderi.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Regimul de scurgere al râurilor prezintă o fază a apelor mari în sezonul cald, în cazul acelora de la contactul cu zona ecuatorială și în timpul sezonului

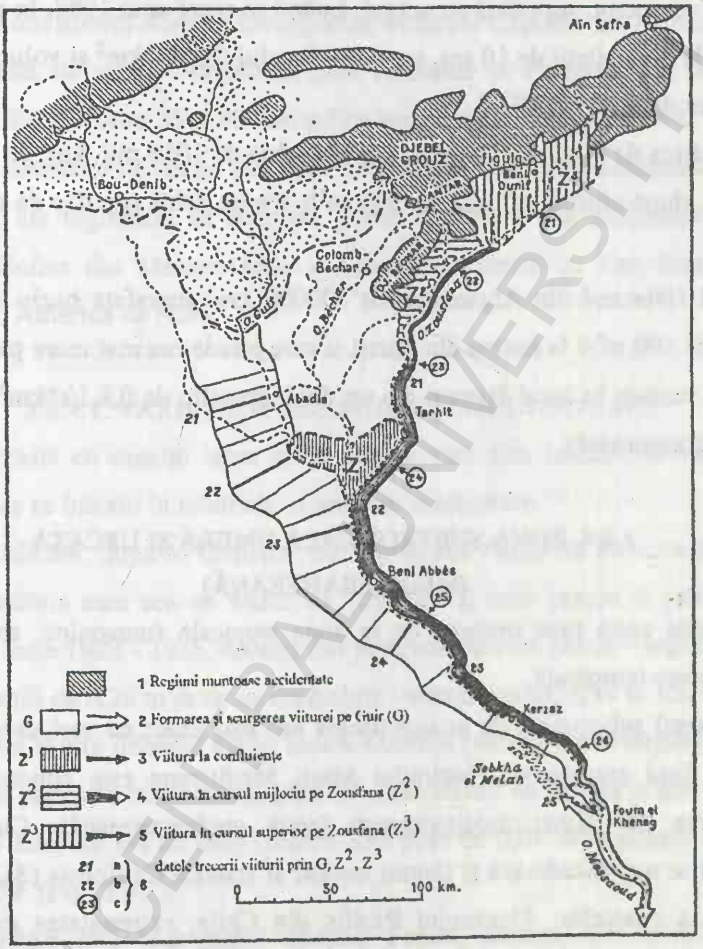


Fig. 3.92 Viitura din 21-26 martie 1959 în bazinul Saoura (Sahara Algeriană) (după Vanney, din A. Guilcher, 1979)

rece sau la trecerea spre cel cald (primăvara) către zonele de latitudini mai mari (temperate). Exemplificând cu lacul Ciad, o regiune endoreică, cea mai scăzută scurgere a râurilor apreciată cu 20% din media multianuală s-a înregistrat în

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

intervalul 1972 - 1977. Deficitul de precipitaţii din Sahel care a durat 15 ani a afectat râurile Niger şi Shari care au izvoarele sau unii afluenţi la limita acestei regiuni geografice.

Consecinţa acestei perioade de secetă prelungită a afectat lacul Ciad al cărui nivel şi respectiv, suprafaţă au scăzut. Luând ca reper anul 1963, în perioada cu deficit de precipitaţii de 10 ani, suprafaţa lacului (23500 km^2 şi volum 105 km^3) au scăzut de 4 ori (în 1973).

În Africa de Sud, râul Orange cu o suprafaţă de 1036 mil. km^2 cu un debit la Prieska, după ultimul afluent, de 305 m^3/s are un debit specific de numai 0,30 $l/s*km^2$.

Râul Helmand din Afganistan cu 500000 km^2 suprafaţă bazin şi un debit mediu de 400 m^3/s la ieşirea din munţi şi care pierde cea mai mare parte din ape până la vărsare în lacul Hamun are un debit specific de 0,8 $l/s*km^2$ (la ieşirea din zona muntoasă).

3.8.4. ZONA SUBTROPICALĂ UMEDĂ ŞI USCATĂ (MEDITERANEEANĂ)

Această zonă face trecerea de la zona tropicală (musonică, semiaridă şi aridă) la cea temperată.

Climatul subtropical cu nuanţă uscată sau mai exact cu veri uscate şi ierni umede fiind caracteristic bazinului Mării Mediterane este cunoscut şi sub denumirea de climat mediteraneean (zonă mediteraneeană). Cu acelelaşi trăsături se mai încadrează şi ţărmul central al statului California (SUA), partea centrală a coastelor Oceanului Pacific din Chile, extremitatea sud-estică a Africii şi sudul Australiei.

Climatul mediteraneean se caracterizează prin veri senine, calde şi uscate, ierni blânde şi ploioase şi chiar cu căderi anuale de zăpadă ca urmare a pătrunderilor de aer rece din ţinuturile polare.

Regimul precipitaţiilor sub forma averselor, în timpul iernii mediteraneene, determină pe râuri viituri puternice, în contrast cu faza apelor mici de vară,

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

care prin secătuirea rezervelor subterane se ajunge la fenomenul de secare în cazul râurilor autohtone.

În această categorie intră şi râurile din partea peninsulară a Italiei, din Corsica, Sardinia, de pe coasta Dalmaţiei, din partea sudică a peninsulei Balcanice, din nordul Africii, din regiunea Munţilor Capului din Africa de Sud, de pe coasta de sud a Australiei între Adelaide şi Portland, de pe coasta Oceanului Pacific între 35 şi 40^0 latitudine sudică din America de Sud.

Dintre sistemele fluviatile mai mari din această zonă mediteraneeană, dar cu modificări ale regimului de scurgere putem cita Ebru din peninsula Iberică, Tigru şi Eufrat din Mesopotamia - Asia, Sacramento cu San Joaquin din California, America de Nord.

3.8.4.1. VARIAŢIILE SEZONIERE ŞI MULTIANUALE

Tipul clasic cu maxim iarna şi un minim vara este întâlnit la majoritatea râurilor care se înscriu în totalitate în arealele menţionate.

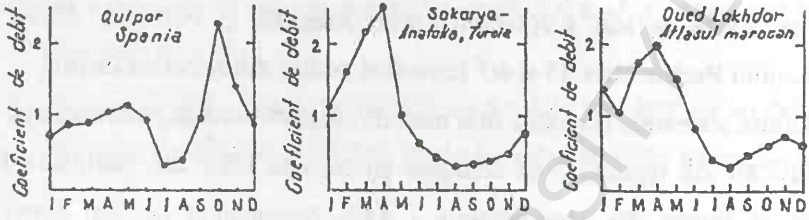
Exemplificăm, după A. Guilcher, cu hidrograful râului Sa Picocca din sudul insulei Sardinia care are un bazin de 119 km^2 şi care pentru o perioadă de observaţii între 1923 - 1935, debitul din perioada de vară (iunie - septembrie) a fost mai puţin de 0,20 m^3/s iar în decembrie - ianuarie între 3,34 şi 3,31 m^3/s.

Raportul dintre debitele medii lunare extreme (decembrie şi august) este de 111 pentru perioada menţionată. Debitul caracteristic de viitură a fost de 9,01 (pentru 10 zile) iar cel de etiaj (pentru 355 zile) de 0,01 m^3/s pentru perioada 1923 - 1950 (Fig. 3.93.).

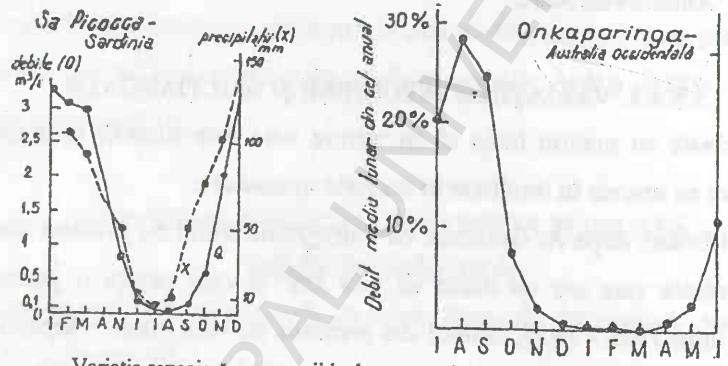
Asemănător este hidrograful uedului Fodda, afluent al Chéliffului din Algeria care pentru o perioadă de 17 ani a avut un raport între extremele medii lunare (februarie şi august) de 60.

BCU IASI CENTRALA UNIVERSITARA LIBRARY

Regimul de scurgere a trei râuri mediteraneene



Regim de scurgere mediteraneean



Variația sezonieră a scurgerii la două cursuri din regiunea mediteraneeană, influențate de carst

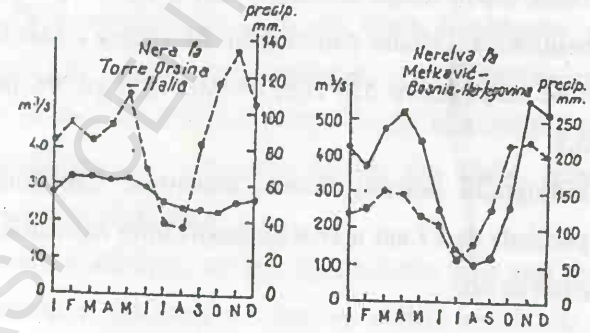


Fig. 3.93 Tipurile de regim din zona mediteraneeană (după A. Guilcher)

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

La râurile mediteraneene lipseşte posibilitatea de ponderare a regimului scurgerii datorită sursei predominante, de cel mai multe ori unică, de alimentare din precipitaţii.

De asemenea, variaţia de lungă durată (multianuală) este extrem de neregulată datorită poziţiei acesteia către zona deşertică. Astfel, în Spania debitul mediu anual poate varia de la 1 la 10 în cazul râului Tago şi Guadiana, de la 1 la 23 la Guadalope afluent al Ebrului şi de la 1 la 177 pentru bazine mici de pe coasta orientală.

3.8.4.2. VIITURILE

Acestea se caracterizează prin amplitudini foarte mari datorită ploilor diluviene. Pentru râuri cu bazine de recepţie între 60 şi 850 km^2 se remarcă viituri cu un coeficient A de 100 pe Hérault în septembrie 1958, de 120 pe Erieux în septembrie 1857, de 175 pe Tech în octombrie 1940 toate în Franţa, de 179 pe Orba în Liguria în august 1935. Pentru râul Tech, coeficientul de 175 reprezintă un debit de 3400 m^3/s la un bazin de recepţie de 382 km^2. Pe râul Fulmendoza din Sardinia coeficientul de 133 din octombrie 1951 reprezintă un debit de 1050 m^3/s la un bazin de recepţie de 62 km^2 (16935 $l/s*km^2$).

3.8.4.3. INFLUENŢA RELIEFULUI CARSTIC

Carstul în alimentarea râurilor din zona mediteraneeană are ca rezultat ponderarea între fazele scurgerii de vară şi iarnă.

Exemplele cele mai remarcabile sunt la râurile din Apeninii Centrali (Italia) şi cele din Orientul Apropiat (Liban, Israel, Iordania şi Siria).

În Italia, râul Nera afluent al Tibrului are extremele medii lunare între 22,6 şi 32,0 m^3/s la localitatea Torre Orsina pentru perioada de observaţie 1936 - 1950, respectiv un raport de 1,44. În Orientul Apropiat râul Nahr Sene la Djebel Ansarieh, la izvor debitul nu descreşte în 5 luni de secetă totală decât de la 14,5 la 9,3 m^3/s. Khabour, afluent al Eufratului debitează în permanenţă 35 m^3/s debit mediu lunar iar la frontiera de nord a Siriei debitul mediu anual este

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

de 40 m^3/s chiar într-o perioadă de 4 ani când n-au căzut precipitații. Acest râu se alimentează din calcare.

Exemple concludente sunt și în carstul dinaric (coasta Dalmației) unde râul Neretva are o alimentare din carst și în Antalya din Turcia, râul Manavgat care are un debit specific de 198 $l/s*km^2$ (la un bazin de recepție de 298 km^2). Râul Manavgat primește ape pe cale subterană din bazinele limitrofe care sunt constituite din calcare.

3.8.4.4. ALTE EXCEPȚII ALE REGIMULUI MEDITERANEEAN

În regimul mediteraneean se mai remarcă alimentarea nivo-glaciară, nivală, nivo-pluvială și pluvio-nivală la unele râuri cu obârșia în zona muntoasă înaltă.

Râuri cu alimentare glaciară și nivală din zona mediteraneeană sunt în Pirineii spanioli și în Alpii francezi. La aceste râuri apele maxime se înregistrează în iulie și august.

La râurile cu alimentare nivo-pluvială, apele maxime se înregistrează în toamnă și în primăvară.

În cazul râurilor cu alimentare pluvio-nivală cele două maxime se apropie mult (decembrie și martie - aprilie) fiind despărțite de un minim de iarnă puțin pronunțat.

În anumite situații din Turcia și Irak, în California maximul secundar de toamnă este puțin pronunțat în cazul alimentării nivo-pluvială sau pluvio-nivală, în schimb minimul principal și bine evidențiat, este cel de vară.

3.8.4.5. BAZINE HIDROGRAFICE MEDITERANEENE COMPLEXE

Datorită alimentării diferite prin afluenții pe care îi primesc, unele bazine hidrografice prezintă un regim hidrologic mult mai complex. În această categorie menționăm Ebru, Duero și Tago din Peninsula Iberică, Tigru și Eufrat din Orientul Apropiat, Sacramento și Colorado din America de Nord.

În Turcia râul Menderes (Meander) care are izvoarele în interiorul Anatoliei, are o fază cu ape mari în martie - aprilie datorită topirii zăpezilor și a ploilor de

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

primăvară iar în cursul inferior unde intră în zonă tipică mediteraneeană, maximul se produce mai devreme, în februarie şi raportul dintre debitele extreme medii lunare devine foarte ridicat.

În Australia occidentală, râurile Onkaparinga şi Serpentine regimul pluvial mediteraneean foarte simplu şi tipic are ape mari în august sau septembrie (iarna australă) şi foarte concentrate când se realizează 70 - 73% din volumul anual al scurgerii, iar apele minime din decembrie şi aprilie realizează numai 2,7 - 3,5% din volum.

Helmand (1150 km lungime, 50000 km^2 suprafaţă)

Cel mai mare râu al Afganistanului, formând un vast bazin endoreic, izvorăşte din Masivul Paghman (4669 m) ce aparţine de Munţii Hindukus, la 56 km vest de capitala ţării, Kabul. Străbate, spre sud - vest, o regiune muntoasă primeşte câţiva afluenţi - Rangan, Kajnid, Musagalia, pe dreapta şi Tirin, pe stânga.

Cel mai mare afluent este, după ieşirea din munţi, în depresiunea deşertică Seistan - Registan şi anume, pe stânga, Arghandab cu numeroşi tributari şi un bazin hidrografic mai mare decât al colectorului, la confluenţă. Helmand, începând de la Girishk, străbate depresiunea Seistan - Registan constituită din mai multe deşerturi şi semideşerturi ca Pusti-Rud, Dasht-i-Margo, Gamsir, Registan - cel mai întins şi arid deşert nisipos, în est, şi Seistan, de asemenea deşert nisipos, în vest, care se desfăşoară şi pe teritoriul Iranului. Râul se varsă în lacul Hamun, printr-o deltă. Lacul Hamun, datorită climatului arid are un contur incert, suprafaţa variind în funcţie de cantitatea de apă pe care o aduc afluenţii (Helmand, Khashrud, Farahrud, Harutrud - cei mai importanţi, toţi de pe teritoriul Afganistanului).

Delta râului este, de asemenea, o regiune umedă şi fertilă, acoperită de stufărişuri dese. Alimentarea râului se face din zăpezi şi ploi, apele mari producându-se în primăvară - vară. Debitele medii la ieşirea din munţi, după confluenţa cu Arghandab sunt de 400 - 500 m^3/s, la ape mari de 1500 - 2000

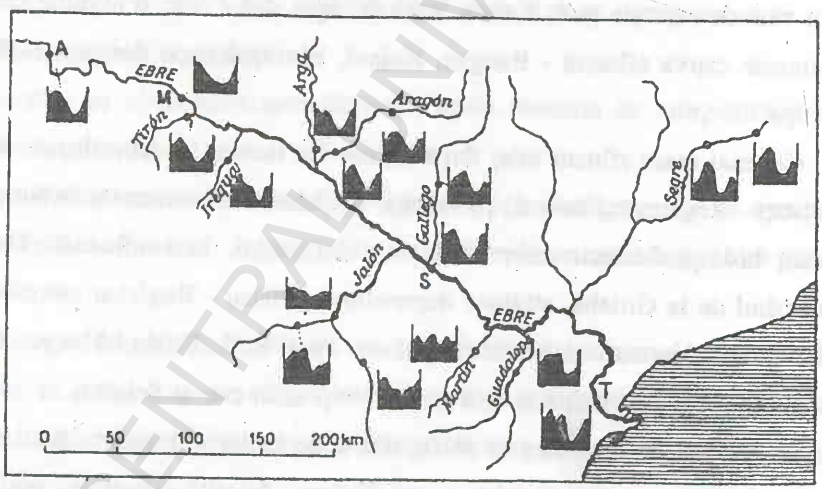
BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

m^3/s, la ape catastrofale de 15000 m^3/s iar la ape mici (iarna) de 50 - 60 m^3/s. Apa râului şi a afluenţilor este acumulată în câteva lacuri atât în zona muntoasă (pentru energie) cât şi în depresiune pentru irigaţii.

Ebru (928 km lungime, 86800 km^2 suprafaţă)

Al doilea râu ca mărime din peninsula Iberică (după Tajo), izvorăşte din Munţii Cantabrici, de sub Pena Labro, străbate la început, printr-o vale adâncă şi îngustă, nord-estul Castiliei Vechi, apoi drenează o largă depresiune unde formează şi o câmpie aluvială (a Aragonului), între versanţii sudici ai Pirineilor şi versanţii nordici ai Munţilor Iberici (Fig. 3.94).

Fig. 3.94 Regimul de scurgere al fluviului Ebru şi al afluenţilor săi (luna iulie în mijlocul diagramelor) (după A. Guilcher)



În această unitate joasă râul are un curs meandrat lăsând, pe alocuri, pe ambele părţi, cursuri părăsite. Înainte de a se vărsa în Marea Mediterană unde formează o deltă în suprafaţă de 250 km^2, traversează Munţii Cataloniei care se desfăşoară în lungul coastei marine, legând Munţii Iberici de Munţii Pirinei.

Cei mai mulţi afluenţi îi primeşte în Depresiunea Aragonului şi îndeosebi pe partea stângă, din Pirinei. Printre cei mai importanţi menţionăm, pe stânga, pe

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Aragon, unit cu Argo, Gallego, Segré, cel mai mare afluent, şi Jalon, din dreapta. Râul cu întregul său bazin drenează o regiune cu climat continental uscat vara şi umed iarna (mediteraneean).

Regimul de scurgere se caracterizează prin ape mari iarna şi primăvara când nivelul se ridică cu 4 - 5 m şi ape mici vara şi toamna. Debitul mediu la Tortosa, situat la circa 35 km de vărsare, este apreciat la 618 m^3/s, cel maxim la 10000 m^3/s, iar debitul minim la Saragosa de numai 2 m^3/s.

Râul Ebro a fost canalizat şi amenajat pentru irigaţii încă din secolul al XVIII-lea în Câmpia Aragonului unde s-au construit şi două canale magistrale (Aragon şi Tauste), asigurându-se apa pentru 100000 ha de grădini de zarzavat, cereale, furaje, sfeclă de zahăr şi orezării în deltă.

Eufrat (3065 km lungime, 637000 km^2 suprafaţă)

Cel mai mare râu al Asiei Vestice şi care, împreună cu Tigru, formează o vastă câmpie - Mesopotamia (Ţara între râuri), care a constituit leagănul unor străvechi civilizaţii. Eufratul se formează pe teritoriul Turciei, din unirea Eufratului de Vest (Firat Su sau Kara Su), care izvorăşte din Podişul Armeniei, în apropiere de oraşul Erzurum cu Eufratul de est (Murat Su), ce izvorăşte din Agri Dag situat în nordul lacului Van (Van Gölü) şi în vestul masivului Ararat. După ce se unesc la nord-vest de Elâzig, Eufratul traversează Munţii Taurus de Est (Anti Taurus), pătrunde în Podişul Siriei la Birecik.

Odată pătruns în Siria, râul curge în direcţia sud-est, printr-o regiune de podiş arid în care cei mai mulţi afluenţi sunt cu scurgere intermitentă (ueduri), excepţia făcând Beilikh şi Khabur, cel mai mare, ambii venind din stânga unde se găsesc prelungirile Munţilor Kurdistan (Karaça Dag şi Mardin Daglari). De la localitatea siriană Deir ez Zor, valea râului se lărgeşte treptat formând o câmpie aluvială.

La graniţa dintre Siria şi Irak, râul ia o direcţie vest-est până ce intră în câmpia aluvială comună a Tigrului, de unde îşi schimbă direcţia spre sud-est până la unirea lor în Shatt-al-Arab care, la rândul său, se varsă în Golful Persic.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În Mesopotamia valea se confundă cu câmpia cu acelaşi nume, albia are un traseu meandrat, cu multe braţe părăsite, lacuri şi terenuri mlăştinoase.

Dintre lacurile mai mari care au fost amenajate pentru piscicultură menţionăm: Tharthar, în care se varsă râul cu acelaşi nume, Habbanya pe lângă localitatea Al Habbanya, Bahr al Milh lângă Karbala şi lacul Al Hammar - cel mai mare.

În dreptul Bagdadului, care este aşezat pe Tigru, cele două râuri se apropie unul de altul la circa 50 km. De aici şi până la vărsarea Shatt - al - Arabului în Golful Persic, câmpia dintre râuri numită şi Ad-Diwaniya este un păienjeniş de braţe şi canale, practic o deltă interioară.

Bazinul hidrografic al Eufratului este situat, în mare proporţie, într-o regiune aridă, fără să beneficieze de o sporire progresivă a volumului de apă ci, dimpotrivă, el pierde apă prin infiltraţii, evaporaţie şi, în special, prin irigaţii. Sub influenţa ploilor de iarnă apele Eufratului se ridică progresiv, iar combinat cu topirea zăpezilor se produc viituri catastrofale, nivelurile apei crescând cu 3 - 4 m producând indundaţii în Câmpia Mesopotamiei. Urmează în lunile de vară şi toamnă o scădere treptată a nivelului.

Debitul mediu la localitatea Hit, în Irak, practic la intrarea în câmpia joasă, este de 840 m^3/s, debitul maxim 3000 - 4000 m^3/s, cel minim de 189 m^3/s, iar volumul mediu anual de 26,4 km^3. Către confluenţa cu Tigru, ca urmare a pierderilor menţionate şi prelevărilor pentru irigaţii, debitul mediu rămâne la 300 - 400 m^3/s.

Volumul de aluviuni se estimează la 13 - 15 mil. tone/an, dar o cantitate mare se depune în albie ca urmare a micşorării vitezei de scurgere a apei.

Potenţialul hidroenergetic mai ridicat, în cursul superior, este folosit: în Turcia prin lacul de acumulare Keban, cu un volum de 29,56 km^3, suprafaţa de 750 km^2, baraj de 190 m înălţime şi centrală cu 1240 MW; barajul şi lacul Ataturk cu 175 m înălţime, 48,7 km^3 volum; în Siria, la Sadd-el-Furat, un lac de acumulare de 730 km^2, volum 40 km^3 şi o centrală electrică de 800 MW putere instalată, apele fiind folosite şi la irigarea a circa 600000 ha.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În Irak amenajarea râului s-a făcut în direcţia regularizării scurgerii, apărarea împotriva inundaţiilor şi pentru irigarea a circa 400000 ha.

Sacramento (640 km lungime, 70000 km^2 suprafaţă)

Împreună cu San Joaquin, Sacramento drenează vasta depresiune Valea Californiei cunoscută şi sub numele Great Valley, delimitată la est de Munţii Sierra Nevada şi la vest de Munţii Coastelor. Această depresiune lungă de 725 km şi lată de 80 km este drenată în jumătatea nordică de Sacramento şi în cea sudică de San Joaquin, amândouă râurile vărsându-se independent în prelungirea estică a Golfului San Francisco.

Râul Sacramento izvorăşte din Munţii Klamath, la circa 400 km nord de oraşul San Francisco şi, la foarte mică distanţă, intră în Depresiunea Californiei. Afluentul său Pit, care vine din stânga şi la a cărui confluenţă s-a construit un mare lac de acumulare - Shasta, este mai lung decât Sacramento la această poziţie (340 km).

Majoritatea afluenţilor care vin din Munţii Coastelor (Coast Ranges) sunt mici şi seacă în anotimpul secetos. Mai importanţi şi ca lungime şi ca debit de apă sunt cei care vin din Sierra Nevada (Beatlle, Antelope, Mill, Deer, Butte, Father River şi American River).

Râul Sacramento are un regim de scurgere de tip mediteraneean, fapt ce determină ca apele mari să se producă iarna, iar vara şi toamna să fie ape mici. Debitul mediu de ordinul a 725 m^3/s face ca Sacramento să fie cel mai important râul de tip mediteraneean din lume. Scurgerea medie specifică cuprinsă între 25 - 30 l/s*km^2 pe anumiţi afluenţi scade pe alţii la 5 - 9 k/s*km^2. Un aspect important este ponderarea scurgerii de către rocile bazaltice prin care trece râul formând defilee şi care reduce raportul dintre valorile medii lunare extreme la 5 şi 6. În rocile impermeabile acest raport ajunge şi până la 270. Viiturile atât pe Sacramento cât şi pe San Joaquin nu reprezintă un fenomen deosebit. Astfel, pentru Sacramento în cursul superior pentru un bazin de 17250 km^2 în decembrie 1955 coeficientul A a fost de 43 iar pe San Joaquin, de

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

asemenea în cursul superior, la un bazin de 4300 km^2 coeficientul A a fost de 36.

Pentru amenajarea şi gospodărirea resurselor de apă din această regiune s-a constituit în 1960 Comisia Proiectul Văii Centrale.

Colorado (2740 km lungime, 635000 km^2 suprafaţă)

Colorado împreună cu Columbia sunt cele mai mari fluvii ale continentului nord-american, având direcţia de curgere spre Oceanul Pacific. Izvoarele sale se găsesc în Munţii Medicine Bow, sub Clark Peak (3952 m) din Munţii Stâncoşi, statul cu acelaşi nume - Colorado, în perimetrul Parcului Naţional al Munţilor Stâncoşi (Rocky Mountain National Park), caracterizat prin peisaj montan complex (creste stâncoase acoperite cu zăpezi, pajişti alpine, păduri de molid, brad şi pin).

Înainte de a ieşi din grupul compact muntos, primeşte pe stânga pe Gunnison şi, ceva mai jos, după ce intră în statul Utah, din dreapta, pe Green River - cel mai mare afluent (1175 km), mai lung decât râul Colorado în punctul de confluenţă cu acesta. Green River izvorăşte din munţii Wind River (4202 m) şi Wyoming (3479 m), apoi străbate un podiş înalt (circa 2000 m), teritoriul unei rezervaţii naturale (Dinosaur National Monument), alte culmi muntoase până ajunge să-şi unească apele cu Colorado.

Un alt afluent destul de lung (580 km), al râului Colorado este San Juan, care izvorăşte din Munţii Juan şi drenează, prin tributarii săi, o parte din Podişul Colorado. În bazinul lui San Juan se găsesc forme de relief modelate prin acţiunea vântului şi a apei (coraziune şi eroziune) de o deosebită frumuseţe, o parte din ele fiind protejate, împreună cu sute de locuinţe săpate în stâncă şi care au aparţinut indienilor Pueblo în Mesa Verde National Park.

Pe cursul mijlociu al lui San Juan se găseşte unicul punct din SUA unde patru state federale (Utah, Colorado, Arizona, Noul Mexic) se întâlnesc, punct numit Four Corners, la circa 100 km aval de confluenţa cu San Juan.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

După ce trece în statul Arizona, Colorado străbate defileul Marble (Marble Canyon). Între Marble Canyon şi celebrul Grand Canyon, care urmează, primeşte pe stânga afluentul Little Colorado, care drenează partea de sud-vest a Podişului Colorado. În bazinul acestuia, mai exact pe unul din tributari, Perco, se găseşte Petrified Forest National Park. După cum arată şi denumirea, aici sunt arbori pietrificaţi la care se adaugă ruine ale aşezărilor indiene şi petroglife.

După confluenţa cu Little Colorado, fluviul formează cel mai mare canion din lume - Grand Canyon - situat între podişurile secundare - Kaibab în nord (2705 m alt. max.) şi Red Butte în sud (2232 m. alt. max.) - cu o lungime de 450 km, lăţime între 6 şi 30 km şi adâncime de până la 1600 m (inclusiv Marble Canyon).

Marele Canion este, de fapt, o succesiune de asemenea forme. Sectorul cel mai spectaculos al defileului (90 km) este protejat şi declarat parc naţional (Grand Canyon National Park) fiind deschis turiştilor şi amenajat corespunzător cu puncte de belvedere şi poduri suspendate pentru a putea fi cuprinsă întreaga bogăţie a formelor de relief, cu impresionantele dimensiuni ale pereţilor abrupţi a căror culoare brun-roşcată reflectă condiţiile climatice aride, în care au evoluat rocile gresoase şi calcaroase.

După ieşirea din canion valea mai face câteva coturi, fiind tot încorsetată de structura petrografică a podişului, iar de la primirea pe dreapta a afluentului Virgin River fluviul ia o direcţie nord-sud, mai străbate câteva sute de kilometri în podiş, intră în Valea Imperială (Imperial Valley), care este, de fapt, o câmpie golf - prelungirea spre nord a Golfului California în care fluviul se varsă, pe teritoriul Mexicului.

La circa 200 km de vărsare, la Yuma, Colorado primeşte pe stânga afluentul Gila (905 km), care izvorăşte din Black Range; acesta are o direcţie est - vest, cu scurgere permanentă în cursul superior, dar intermitentă, datorită condiţiilor climatice aride, în părţile mijlocie şi inferioară. Pe cursul său mijlociu este situat oraşul Phoenix.

BCU FST CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Regimul de scurgere. Colorado, deşi are un bazin hidrografic foarte întins, din cauza condiţiilor climatice aride din Podişul Colorado, atât el cât şi afluenţii săi, pierd din cantitatea de apă cu care aceştia vin din sectoarele superioare - montane. Astfel, la Lees Ferry (înainte de a intra în Marble Canyon), debitul mediu anual este de numai 508 m^3/s.

Datorită alimentării din zăpezi şi precipitaţii, apele mari încep în aprilie şi se termină în iulie, iar toamna şi iarna se caracterizează prin ape mici. Dacă în cursul superior apele sunt mari, cerinţa de apă, în schimb, este mică deoarece populaţia este rară. În sectorul inferior, însă, după ieşirea din Grand Canyon, pentru satisfacerea cerinţelor mari de apă - atât pentru aşezările din Colorado, cât şi pentru cele de pe afluenţi - au fost construite mari baraje pentru acumularea apei, aceasta fiind folosită în hidroenergie, irigaţii şi alimentarea populaţiei.

Pe afluenţi s-au construit două baraje pe San Juan la Navajo, pe Green River la Fleming Gorge în statul Utah, pe Gila lacurile Roosvelt, Santa Clara, Bartlett. Pe Colorado sunt barajele de la Glen Canyon, cu 213 înălţime, situat la confluenţa cu San Juan (lacul Powell are 33,3 km^3 apă), Hoover în apropiere de Las Vegas construit în 1936, cu 221 m înălţime, lacul Mead (36,8 km^3 apă) şi altele mai mici în aval - Davis, Parker, Palo Verde, Imperial etc.

Din aceste lacuri o reţea întreagă de canale pleacă în câmpia joasă şi aridă în care se găseşte şi Salton Sea, situat sub nivelul mării şi transformat într-un bazin pentru irigaţii. O bună parte din apa transportată prin apeducte alimentează oraşele de pe coasta Oceanului Pacific, printre care şi Los Angeles. Ca urmare a acestor reţineri de apă în lacuri şi folosirea ei la irigaţii şi alimentarea populaţiei şi industriei, Colorado la vărsare mai ajunge doar cu 5 m^3/s, o cantitate cu totul nesemnificativă, fiind cel mai elocvent caz de secătuire a apelor unui râu.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.8.5. ZONA TEMPERATĂ

Această zonă are o mare desfăşurare în emisfera boreală, respectiv în America de Nord, Europa şi Asia, şi mult restrânsă în emisfera australă, respectiv America de Sud şi Australia, de regulă între latitudinile 40 şi 65^0 nordică şi sudică.

Caracteristica acestei zone este succesiunea a patru anotimpuri (două principale: vara şi iarna şi două de tranziţie: primăvara şi toamna) şi în consecinţă o distribuţie a temperaturii şi precipitaţiilor cu valori diferite de la un anotimp la altul. De asemenea, circulaţia maselor de aer şi configuraţia marilor trepte de relief introduc o mare diferenţiere a climatelor.

3.8.5.1 REGIMUL PLUVIAL OCEANIC

La ţărmurile vestice ale continentelor se individualizează climatul temperat oceanic caracterizat prin ierni blânde şi veri umede şi relativ răcoroase. Cel mai extins este în Europa, partea vestică (Marea Britanie, Franţa, Belgia, Olanda, Germania, Danemarca, Norvegia). Temperaturile medii anuale variază între 7 şi 13^0C, în lunile de vară între 15 şi 20^0 C şi în jur de 4^0C în iarnă.

Precipitaţiile variază între 500 şi 2500 mm/an cu o distribuţie relativ uniformă în timpul anului cu excepţia toamnei când sunt mai bogate (anotimp ploios). Regimul de scurgere al râurilor este destul de echilibrat, cu ape mari în cursul iernii când procesul de evaporaţie este redus, respectiv în luna ianuarie în emisfera nordică şi iulie sau august în emisfera sudică; apele mici se produc în sezonul cald, adică în iulie - septembrie în emisfera nordică şi în ianuarie - martie în cea sudică.

Din Europa Occidentală, dintre râurile reprezentative se menţionează Sena, Loara, ultima fără cursul superior, Blavet din Peninsula Bretagne, Meuse, Moselle. De asemenea se mai înscriu în regimul pluvial oceanic râurile din Insulele Britanice, din Asturia, Galicia din Peninsula Iberică, Masivul Sistos Renan şi masivele hercinice din Germania, respectiv râurile Weser, Elba, o parte a râurilor din Suedia de Sud (Scania) şi Norvegia. În America de Nord

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

sunt râurile din nord-vestul SUA şi Columbia britanică - Canada, care nu au bazine de recepţie în zone muntoase prea întinse (Fig. 3.95.).

În emisfera sudică, acest regim de scurgere este bine reprezentat în sud - estul Australiei, în Tasmania, Noua Zeelandă şi Chile.

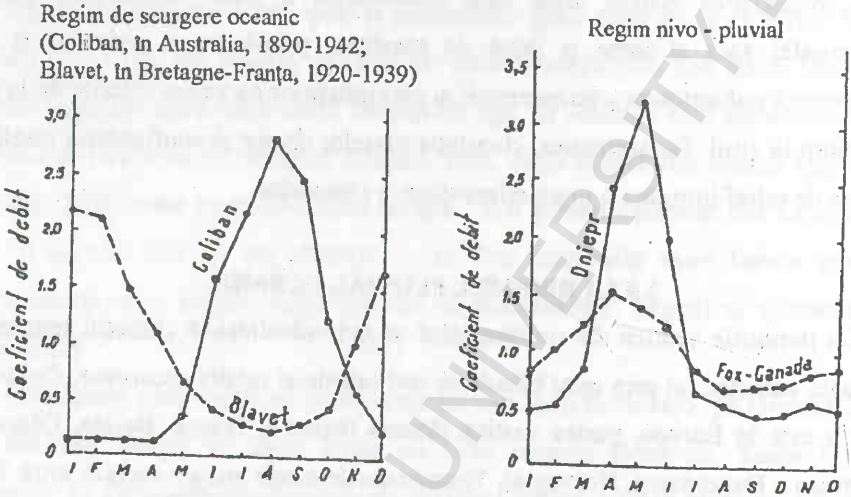


Fig. 3.95 Regim de scurgere oceanic şi nivo-pluvial în zona temperată

Mecanismul regimului scurgerii este dat de desfăşurarea regimului termic şi nu de cel al precipitaţiilor. Determinarea regimului scurgerii de către temperatură se realizează prin evaporaţie.

3.8.5.2. TIPURI DE REGIM ÎN ZONA DE CÂMPIE ŞI MUNTOASĂ

În interiorul continentelor, climatul temperat capătă nuanţe mai aspre - climatul temperat continental - cu diferenţe mari între vară şi iarnă, datorită influenţei maselor de aer polar, iarna şi a celui tropical vara, în partea sudică. Continentalismul climatic se reflectă prin amplitudinea termică anuală mare (63^0 C la Iakutsk, Siberia -43^0 C în ianuarie şi 20^0 C în iulie, 37^0 C la Winnipeg - Canada, -17^0 C în ianuarie şi 20^0 C în iulie). Precipitaţiile variază între 350 şi 700 mm/an, cea mai mare parte căzând în semestrul cald.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Regimul de scurgere al râurilor se caracterizează prin ape mari la sfârşitul primăverii şi începutul verii iar cele minime la sfârşitul verii şi începutul toamnei şi chiar în timpul iernii, ca urmare a blocării precipitaţiilor sub formă de zăpadă în bazin şi în podul de gheaţă care durează de la 2 la 4 luni pe an. Viiturile care provoacă inundaţii se produc atât în faza apelor mari datorită suprapunerii topirii zăpezilor cu ploile de primăvară cât şi în timpul verii când cad ploi torenţiale.

Varietatea mare a condiţiilor geografice şi în primul rând, relieful, determină mai multe tipuri ale regimului scurgerii.

Regiunea de câmpie, cu mare extindere în Europa, Asia şi America de Nord, deci în emisfera nordică cuprinde o gamă variată - regim nival pur, regim nivo-pluvial, regim pluvio-nival.

Regimul nival pur determinat de topirea zăpezilor are un singur maxim în luna iunie şi un singur minim în primăvară. Caracteristice acestui tip sunt Obi, Ienisei, Lena, numai sectoarele superioare. Tot în acest tip intră Mississippi în cursul superior, Ottawa, Volga în cursul superior. (Fig. 3.96.)

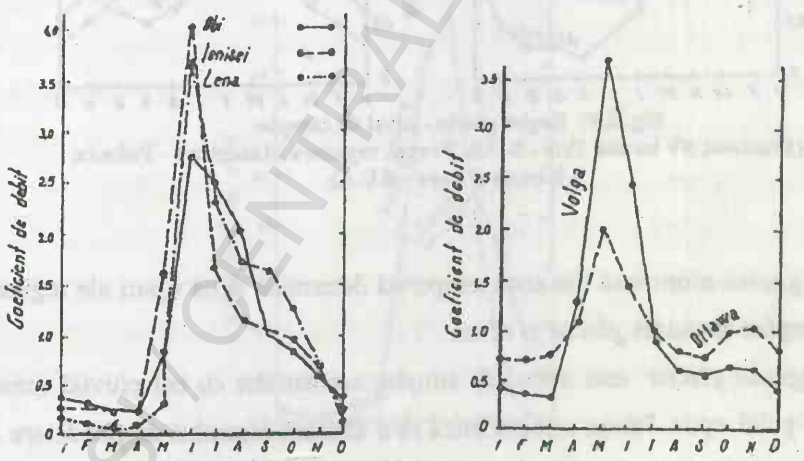


Fig. 3.96 Regim nival pur - zona temperată

Regimul nivo-pluvial se caracterizează prin două maxime - unul în primăvară mai important, de regulă în aprilie şi altul în toamnă mai atenuat, şi

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

două minime - unul la sfârşitul verii şi începutul toamnei şi altul în iarnă (februarie). În acest tip se includ râurile Pripet, Niemen, Don, Nipru în cursurile inferioare, în Suedia de mijloc (în regiunea Uppsala), în Canada (râul Richelieu, Ottawa în cursul inferior), în SUA (Rock River în apropiere de Chicago).

Regimul pluvio-nival care prezintă un maxim principal în martie sau aprilie, un minim accentuat în vară datorită procesului de evaporaţie şi câte un maxim în a doua parte a toamnei şi un minim de iarnă, ambele mai atenuate. Râurile din acest tip se întâlnesc în SUA între Ohio şi Marele Lacuri, între Huron şi Michigan, în Europa - Vistula, Oder, Wartha. (Fig. 3.97.)

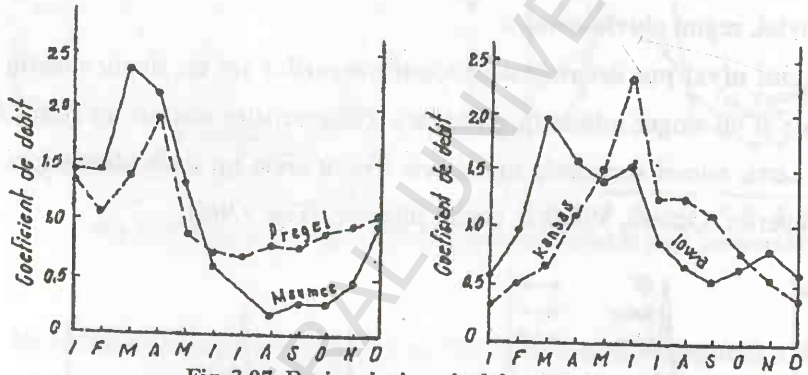


Fig. 3.97 Regim pluvio - nival de câmpie
(Maumee, SV lacului Erie - S.U.A, Pregel, regiunea Mazuriană - Polonia, Kansas şi Iowe - S.U.A)

Regiunea muntoasă din zona temperată determină două tipuri ale regimului de scurgere şi anume *glaciar şi nival.*

Regimul glaciar este destul de simplu, asemănător cu cel pluvial oceanic, dar la polul opus. Prima caracteristică este absenţa efectului de ponderare fapt ce determină un raport mare între debitele medii ale lunilor extreme. Debitul variază mult în timpul a 24 ore în perioada de vară când are loc topirea gheţarilor, aceste pulsaţii diurne se aseamănă cu râurile mici, sau cursurile superioare ale unor sisteme fluviatile mari din Munţii Alpi, Stâncoşi, Caucaz,

Asia Centrală, Noua Zeelandă, Anzii Chilieni. Faza apelor mari se produce în timpul verii iar cea a apelor mici în iarnă. Printre râurile mai mari menționăm Amudaria alimentată de gheţarii din Pamir, Terek şi Kura din gheţarii caucazieni, afluenţii Rhonului din cursul superior, Aar afluentul Rhinului etc.

Regimul nival se întâlneşte în aceleaşi areale ale regimului glaciar numai că este mult mai extins. Fazele regimului de scurgere sunt aceleaşi cu o devansare a celor maxime mai către primăvară, unde râurile respective suportă o influenţă climatică moderată (Munţii Appalache în SUA, Masivul Central - Franţa). Râul Syrdaria este tipic nival în comparaţie cu Amudaria - ambele se varsă în lacul Aral.

3.8.5.3. REGIMUL MUSONIC

În partea estică a continentului asiatic între 40 şi 50^0 latitudine nordică (sud - estul Rusiei - partea asiatică, nord - estul Chinei, nordul Peninsulei Coreea) se individualizează climatul temperat musonic, caracterizat prin veri ploioase cu temperaturi mai coborâte decât în interiorul continentului şi ierni uscate şi reci.

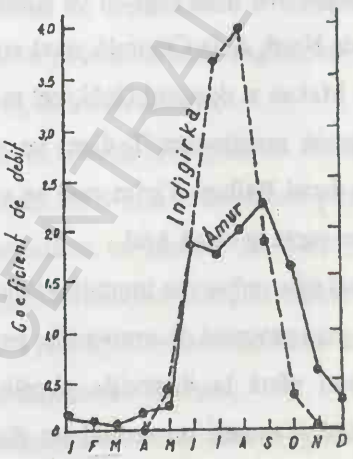


Fig. 3.98 Regim pluvio-nival cu îngheţ intens (NE Siberiei) şi pluvio-nival musonic (Amur)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Regimul de scurgere al râurilor, din care Amurul împreună cu afluenţii Selegna şi Ussuri sunt reprezentativi, se caractearizează prin două maxime ca urmare a musonului de vară - umed şi a topirii zăpezilor în cursul superior (Fig. 3.98.).

3.8.5.4. REGIMUL HIDROLOGIC DIN CLIMATUL TEMPERAT SEMIARID ŞI ARID

La distanţe mari de ocean şi acolo unde dispunerea catenelor muntoase reprezintă bariere în calea maselor de aer umed, climatul temperat continental se accentuează trecând într-un climat temperat semiarid şi arid. Consecinţa acestor condiţii termice şi pluviale este formarea stepelor şi deşerturilor. Temperaturile medii anuale variază între 5 şi 8^0 C, cele lunare din timpul verii între 20 şi 24^0 C, ale lunii celei mai reci între -12 şi -15^0 C, iar valorile extreme între 40 şi 45^0 C vara şi sub -40^0 C iarna, rezultând o amplitudine termică de 80^0 C care contribuie mult la procesul de dezagregare al rocilor.

Precipitaţiile se reduc treptat de la regiunile stepice spre cele deşertice, unde ajung până la 100 mm/an. Cele mai mari regiuni cu acest climat sunt: Podişul Marelui Bazin în America de Nord, Asia Centrală joasă cu deşerturile Karakum şi Kîzîlkum, deşertul Takla Makan şi deşertul Gobi, cel mai întins din Asia. Ca sisteme fluviatile caracteristice menţionăm Tedjen, ce se pierde în deşertul Karakum, Ili ce se varsă în lacul Balhaş, Tarim care se varsă în lacul Lobnor, Amudaria cu Sîrdaria care se varsă în lacul Aral.

Caracteristica acestor râuri este reducerea treptată a volumului de apă cu care vin din regiunile muntoase, prin procesul de evaporaţie, pe măsură ce înaintează în regiunile deşertice, uneori până la dispariţie. Apele mari se produc în perioada de vară şi începutul toamnei, provenind nu din preceipitaţii ci din topirea zăpezilor şi gheţarilor din regiunea muntoasă, obârşia râurilor.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

3.8.5.5. BAZINE HIDROGRAFICE COMPLEXE DIN ZONA TEMPERATĂ

Tamisa (336 km lungime, 15.300 km^2 suprafaţa bazinului)

Deşi există în prezent o dispută în ceea ce priveşte izvorul Tamisei - Thameshead sau Seven Springs (Churn), amândouă au obârşia pe versanţii sud-estici ai dealurilor Cotswolds din districtul Gloucestershire. Aceşti doi afluenţi se unesc în dreptul localităţii Cricklade. Cursul Tamisei poate fi împărţit în două sectoare (superior şi inferior) separate prin cheile Goring (Goring Gap), care sunt săpate în dealurile Chiltern (Chiltern Hills).

Cursul superior se înscrie în bazinul depresionar al Oxfordului, constituit în cea mai mare parte din calcare (Costwolds Hills) şi cretă (Chiltern Hills şi Berkshire Downs). În centrul secţiunii superioare se găseşte oraşul renumitelor colegii universitare - Oxford, datând din secolul al XII-lea. Afluenţii cei mai importanţi, în cursul superior, sunt pe partea stângă şi anume: Coln, Leach, Windursh, Evenlode, Cherwell, care confluează la Oxford şi Tame la Dorchester. Lunca, adeseori inundată, a făcut necesară amenajarea a numeroase stăvilare şi ecluze, canale de regularizare a cursului. Regiunea traversată de Tamisa este caracteristică peisajului rural englezesc - cu ferme şi orăşele situate pe malurile mai ridicate, ferite de inundaţii.

Al doilea sector, de la Goring Gap până în estuarul Tamisei, se desfăşoară un alt bazin depresionar, mult mai mare decât primul, cunoscut sub numele Bazinul Londrei, asemănător ca geneză cu Bazinul Parisului, constituit din punct de vedere litologic din nisipuri şi argile. Albia râului, cu o pantă destul de mică, se lărgeşte la 80 - 100 m, formează meandre şi terase fluviatile, pentru ca în regiunea Londrei să depăşească 200 m.

Londra (anticul Londinum) este centrul politic, industrial, cultural şi financiar al Marii Britanii. Aici, până la construirea docurilor, în secolul al XIX-lea, se desfăşurau pe ambele maluri arii mlăştinoase ("Pool of London"), între Podul Londrei şi Podul Turnului. În interiorul arealului Londrei, Tamisa este traversată de 18 poduri pentru transportul rutier şi 6 poduri pentru

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

transportul feroviar. Unul din vestitele poduri peste râu (pod rutier) este Podul Turnului (Tower Birdge). Tamisa, în interiorul metropolei, este subtraversată şi de două tuneluri datând de la sfârşitul secolului al XIX-lea (Rotherhithe şi Blackwall) şi altul, mai nou, între Dartford şi Purfleet deschis în 1964.

Afluenţii din sectorul superior sunt de mică importanţă şi vin din ambele părţi (Gade, Lea, Roding, pe stânga, Kennet, Locdon, Wey, Mole, Darent, pe dreapta). Pentru apărarea împotriva inudaţiilor a oraşelor ce se rânduiesc pe malurile Tamisei (Reading, Maidenhead, Windsor, Staines, Walton, Hampton, Kingston, Teddingstone, Londra, Grays Thurrock, Gravesend), s-au efectuat ample lucrări de îndiguire şi supraînălţare a malurilor. În aval de Tower Bridge se desfăşoară docurile Tamisei (London Doks, primele realizate fiind Surrey Docks, West India Docks, Royal Docks şi Tilbury Docks). În această parte a Londrei se găsesc numeroase întreprinderi industriale, cu predominarea celor alimentare care prelucrează cerealele şi zahărul importat.

Mareele se simt imediat aval de docurile principale, având o largă desfăşurare în apropierea Londrei la 16 km de contactul cu apele Mării Nordului.

Regimul de scurgere al Tamisei este caracteristic râurilor din climatul temperat oceanic, cu ape mari iarna. Debitul mediu este apreciat la 260 m^3/s. Navigaţia pentru şlepuri se face până la Lechlade (311 km) în cursul superior iar cu vase maritime până la Londra, fiind considerată una din cele mai importante căi de transport maritim din lume.

Tamisa este legată prin canale cu Golful Bristol, în vest şi cu partea centrală a Angliei. Apele Tamisei au suferit un proces intens de poluare ca urmare a deversării reziduurilor industriale şi menajere, dar sunt în curs de redresare, ca urmare a măsurilor adoptate în acest sens în ultimii ani.

Loara (1012 km lungime, 115000 km^2 suprafaţă)

Este cel mai mare râu care drenează 21% din suprafaţa Franţei continentale. Bazinul hidrografic cu o poziţie centrală pe teritoriul Franţei are un evident

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

caracter asimetric - majoritatea afluenţilor fiind pe stânga. Cursul propriu-zis al fluviului descrie o curbă în sectorul mijlociu care este în strânsă legătură cu evoluţia geologică în terţiar a regiunii pe care o străbate.

Cursul superior este localizat în Masivul Central de unde Loara izvorăşte, din apropierea munţilor vulcanici Gerbier-de-Jonc, prin Petite Loire şi Aigueneyre. Acestea se unesc şi formează râul propriu-zis, care curge între culmile muntoase Vivarais, în est şi Velay în vest, unde se găseşte şi bazinul depresionar Le Puy. La ieşirea din acest bazin formează un defileu impresionant, între localităţile La Vôute şi Saint Rambert cu o cădere altitudinală de aproape 200 m, urmează un alt bazin depresionar numit impropriu Câmpia Forez.

În continuare râul mai formează câteva defilee la traversarea culmilor muntoase Beaujolais şi Charolais, în est şi Madeleine, în vest şi apoi intră în regiunea colinară Bourbonnais unde primeşte primii afluenţi mai importanţi - Baurbince şi Arroux, pe partea dreaptă.

Cursul mijlociu ce se desfăşoară în Bazinul Parisului (ca unitate geologică şi geomorfologică) este marcat de primirea primului afluent mai mare, pe stânga, Allier, ce vine tot din Masivul Central şi de unde Loara începe să descrie curba menţionată. În acest sector valea se lărgeşte, având tot timpul versantul drept mai înalt şi uneori abrupt în comparaţie cu cel stâng. Primeşte ca afluenţi mai mari pe Cher în dreptul oraşului Tours, Indre şi Vienne cel mai mare. Confluenţele se desfăşoară pe spaţii mai întinse fiind constituite din depuneri nisipoase numite varennes.

Cursul inferior, numit şi armorican - după numele munţilor vechi pe care-i străbate - se caracterizează, la început, prin îngustări şi lărgiri potrivit structurilor litologice pe care le străbate, apoi valea se lărgeşte în câmpia litorală până intră în estuarul care începe în aval de oraşul Nantes şi ţine până în portul Saint Nazaire de la Golful Biscaia - Oceanul Atlantic. Cel mai mare afluent din cursul inferior este Maine, pe dreapta, care grupează în apropiere de oraşul Angers, râurile Mayenne, Sarthe şi Loir.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Regimul de scurgere este influenţat de râurile ce vin din Masivul Central (Allier, Cher, Indre şi Vienne) cu pante repezi, roci impermeabile şi care, la suprapunerea ploilor de primăvară cu topirea zăpezilor provoacă creşteri rapide ale apelor. În condiţiile climatului temperat oceanic, apele sunt bogate în cea mai mare parte a anului cu viituri succesive în timp. Totuşi în cursul superior pe 450 km Loara are caracterul unui râu montan. La Gien debitul mediu este 18 m^3/s. În cursul inferior panta este mică fapt ce provoacă revărsări şi inundaţii la ape mari.

În cursul inferior râul are o scurgere mai uniformă în tot timpul anului. Debitul mediu la vărsare este de 800 m^3/s iar cel maxim de 8000 - 9000 m^3/s. Loara este puţin folosită în prezent în navigaţie cu excepţia părţii inferioare între Nantes şi ocean unde se practică navigaţia maritimă şi în cursul mijlociu şi superior şi unde sunt construite o serie de canale ce o leagă cu alte râuri.

Ron (Rhône, 812 km lungime, 98000 km^2 suprafaţă)

Ronul prezintă câteva caracteristici care-l aseamănă cu Rinul îndeosebi pentru cursul superior. Are izvorul în Elveţia, sub gheţarul Rhône din Alpii Centrali, în apropierea izvoarelor lui Vorderrhein, unul din afluenţii Rinului, străbate o regiune centrală alpină între Alpii Bernezi şi Alpii Pennini şi Lepontini şi se varsă în lacul Léman (Geneva) în extremitatea estică a acestuia la sud de Montreux.

La obârşie, râul străbate valea-depresiune Gletschboden, care până în 1850 a fost ocupată de un gheţar. În continuare, pe o vale tipic longitudinală, primeşte mai mulţi afluenţi din ambele părţi, cei din Alpii Bernezi din nord, fiind alimentaţi din gheţari (Lonzo din gheţarul Lotschen, Massa din marele gheţar Aletsch). Din sud, din Alpii Pennini vin, de asemenea, afluenţi puternici, ca Visp, Navigenz şi Dixence (Drance). Aceştia formează conuri de dejecţie la confluenţe şi produc inundaţii din topirea zăpezilor. Pe aceste conuri de dejecţie la confluenţe sunt situate, de regulă, aşezările.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Ronul superior se varsă ,în lacul Léman (581,5 km^2 şi 301 m adâncimea maximă), la altitudinea de 371 m. Pentru evitarea inundaţiilor şi cultivarea terenurilor de pe fundul văii din apropierea lacului, Ronul a fost îndiguit încă din a doua jumătate a secolului XIX. Totodată pe valea superioară a Ronului se găseşte amplasată calea ferată şi şoseaua Berna - Lausane (Elveţia) - Milano (Italia). Calea ferată trece prin tunelele Simplon (Simplon I construit în 1896 - 1906, lung de 19730m, Simplon II construit în 1918 - 1922 de 19823 m) iar autostrada prin pasul cu acelaşi nume la 2005 m altitudine.

După ieşirea din lacul Léman la Geneva, Ronul primeşte din stânga afluentul Arve care vine de sub Mont Blanc (4810m) cu ape bogate şi regim tipic alpin. Pătrunde în Franţa în dreptul satului Callex şi traversează partea sudică a Munţilor Jura printr-o vale în care se succed porţiunile înguste (cluse) cu cele mai largi, tip depresiune (vaux).

Înainte de construirea barajului de la Génissiat, înalt de 86 m, un lac lung de 64 km şi cu o centrală electrică de 390 MW (cea mai mare din Franţa), Ronul pierdea în perioada apelor mici un important volum de apă în defileul calcaros de la Bellegarde - sur - Valserine. Înainte de a părăsi spaţiul alpino-jurasian Ronul mai primeşte câţiva afluenţi care drenează două lacuri naturale importante - d' Annecy şi Bourget şi pătrunde în câmpiile şi podişul Dauphiné unde confluează, la Lyon, cu cel mai mare afluent al său - Saône. De la Lyon şi până la vărsare, în Marea mediterană la Marseille, Ronul are direcţia de curgere nord-sud.

După confluenţa cu Saône şi până la Arles, înainte de a începe delta Camargue, valea foloseşte o depresiune tectonică între Masivul Central, în vest şi înălţimile prealpine, în est, constând într-o succesiune de defilee alternând cu bazine depresionare, fiecare purtând numele localităţii principale (Vienne, Valence, Montélimar, Orange şi Avignon).

Aceste bazine sunt acoperite cu aluviuni ale râului dar şi cu materiale nisipoase aduse de afluenţii alpini. Schimbările nivelului de bază ale râului au dus la disecarea acestor depozite formând terase în lungul lui care, în condiţiile

BCU IAŞI CENTRALA UNIVERSITARĂ LIBRARY

asigurării irigațiilor, sunt cultivate cu legume, livezi și viță de vie. Porțiunile înguste ale văii (defileele) au permis cu greu amplasarea căii ferate și șoselei, uneori fiind necesară chiar construirea de tunele.

Între Lyon și Arles, Ronul primește cei mai importanți afluenți pe stânga din Alpi și anume Isére, Drôme și Durance, care aduc mari cantități de apă în timpul verii dar și volume impresionante de sedimente. Isére, spre exemplu, sporește debitul Ronului cu o pătrime la confluența care are loc în amonte de Valence. Afluenții din vest, de mai mică importanță, vin din masivul Central și aduc apă mai multă în anotimpurile de toamnă și iarnă ca urmare a climatului oceanic și mediteraneean în care se desfășoară. Cei mai semnificativi afluenți din această parte sunt Ardeche și Gard.

La 3 km în amonte de Arles, Ronul se împarte în două brațe care delimitează delta Camargue - Ronul Occidental sau Ronul Mic (Petit Rhône) debușează în mare la 2 km vest de localitatea Saintes - Maries și Ronul Mare (Grande Rhône) în est, care transportă 85% din apă. Ronul și delta au fost supuse unei intense acțiuni de amenajare începând de la sfârșitul secolului XIX. Astfel, s-a construit pentru ușurarea navigației de la Arles la Port - de - Bou, în golful Fos, canalul Marseille au Rhône care trece prin Etang de Berre, iar în amonte de Arles, de la Beaucaire, canalul Rhône a Sète ce mărginește delta în partea vestică până în golful d'Aigues - Mortes.

Delta, în interior, cu excepția unui sector păstrat în regim natural, este amenajată și cultivată. Aluviunile aduse de Ron asigură înaintarea deltei în mare, cu toată lupta care se dă între acestea și hula marină. Seria lagunelor numite étang (E. de Berre, E. de Vaccarés, E. de Malegal, E. de la Ville) constituie porțiunile izolate de mare prin perisipuri și care sunt treptat colmatate și încorporate în spațiul deltaic.

Regimul de scurgere al Ronului diferă de la sectorul alpin la cel mediteraneean. Înainte de vărsare în lacul Léman, la Porte du Sex, debitul mediu anual este de 186 m^3/s, dar scade la 26 m^3/s în februarie și crește în iulie la 323 m^3/s, când se topesc zăpezile și ghețarii, deci un regim tipic alpin. La

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

ieşirea din lacul Léman, Arve care vine direct din Mont Blanc accentuează caracterul alpin şi numai după confluenţa cu Ain, amonte de Lyon, scurgerea de iarnă se mai îmbunătăţeşte. După confluenţa cu Saône, regimul se schimbă radical în sensul că apele maxime se produc în martie. La Givors, în aval de Lyon, debitul mediu de 1060 m^3/s se situează între un maxim 1250 m^3/s şi un minim de 780 m^3/s, deci un regim de scurgere destul de ponderat.

În aval de confluenţa cu Isere se accentuează din nou influenţa regimului alpin (nivo-glaciar), cu ape mari în iunie, dar aportul afluenţilor Ardèche, Gard şi Durance supuse climatului mediteraneean modifică sensibil regimul din amonte. Astfel, la Beaucaire, în amonte de Arles, Ronul cu un debit mediu de 1820 m^3/s, prezintă un minim în septembrie de 1280 m^3/s şi un maxim în mai de 2185 m^3/s la care se mai adaugă o fază secundară de ape mai ridicate în noiembrie.

Viiturile pe Ron se datoresc averselor oceanice care afectează cursul mijlociu, la Lyon amplitudinea nivelului depăşind 9 m. De asemenea viiturile se mai pot forma în cursul inferior ca urmare a ploilor mediteraneene. (Fig. 3.99.)

Suprapunerea unor averse oceanice, în cursul mijlociu, şi ploi mediteraneene în cel inferior, provoacă formarea unor viituri mari în anotimpurile intermediare (primăvară, toamnă) aşa cum s-a produs la Avignon când nivelul a crescut cu 7 m, iar debitul maxim a atins 10500 m^3/s.

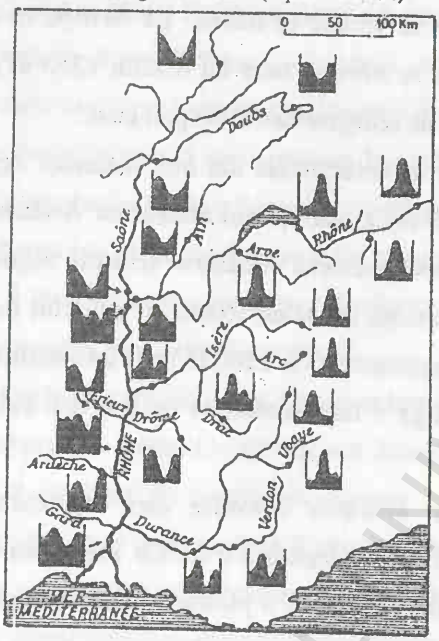
Amenajarea Ronului pentru navigaţie a început la sfârşitul secolului 19 prin adâncirea şi consolidarea canalelor, derivaţiile prin canale ecluzate pentru ameliorarea condiţiilor de urcare contra curentului. Traficul pe Ron la Port-Saint Louise - du - Rhône, în golful Fos, era de 200.000 tone/an, iar la Lyon cumulat cu cel de pe Saône, depăşea 1,1 mil. tone/an. Amenajarea în scopuri hidroenergetice a Ronului s-a făcut atât în Elveţia cât şi în Franţa.

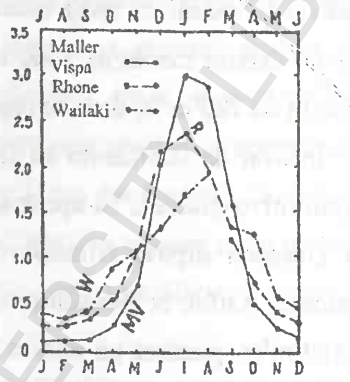
În Elveţia, pe cursul superior în Valais se valorifică prin barajele şi hidrocentralele Grande - Dixence construit în 1962 cu 285 m înălţime,

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

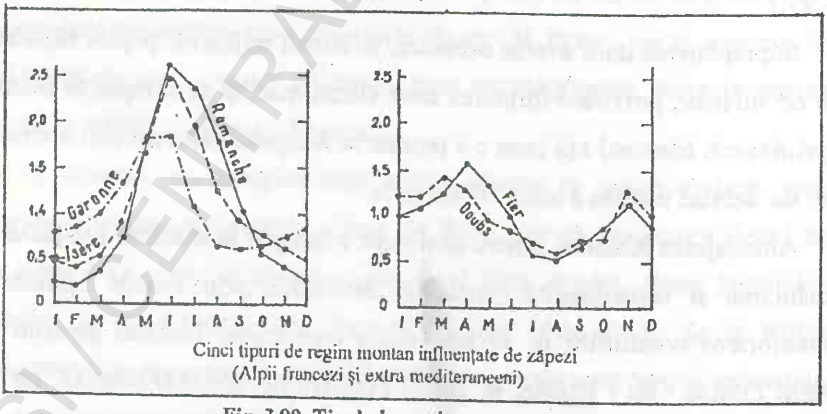
Mauvaisin construit în 1957 cu 237 m înălţime şi Zeuzier tot în 1957 cu 169 m înălţime. Toate aceste hidrocentrale produc 10 miliarde KW/oră/an.

Regimul de scurgere al Ronului (după A. Guilcher)





Trei tipuri de regim glaciar (coeficient de debit) din cele două emisfere (Noua Zeelandă, Alpii elveţieni)



Cinci tipuri de regim montan influenţate de zăpezi (Alpii francezi şi extra mediteraneeni)

Fig. 3.99 Tipul de regim montan

În aval de lacul Léman, tot în Elvaţia sunt barajele şi centralele Verbois şi Chancy - Paugny. În Franţa amenajarea a început în 1934 prin Campania Naţională a Ronului care a construit barajele şi centralele Génissiat,

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Beauchastel, Baix-le-Logis-Neuf, Chateauneuf-du-Rhône, Bollène care furnizează 7500 mil. KW/oră/an .

Mississippi (3780 km lungime, sau 6215 km de la izvoarele lui Missouri, 3210620 km^2 suprafaţă)

Din însăşi denumirea de Mississippi care în limba indienilor (amerindienilor) ce au trăit în bazinul şi pe malurile lui, înseamnă "marele râu", "părintele apelor", fără a mai invoca cele două elemente morfometrice de bază în clasificarea râurilor (lungimea şi suprafaţa bazinului) reiese că este vorba de un mare râu, cel mai mare din America de Nord şi al treilea din lume, după Amazon şi Nil, dacă luăm în considerare lungimea, sau după Amazon şi Congo după suprafaţa bazinului.

Bazinul lui Mississippi sau sistemul hidrografic Mississippi - Missouri, situat între munţii Stâncoşi în vest şi Munţii Alleghany (Appalachi) în est, este axat pe Câmpia Centrală, cea de-a treia treaptă de relief a Statelor Unite (după munţi şi podiş) ce se desfăşoară în sensul meridianului, de la nord spre sud.

Bazinul hidrografic reprezintă a opta parte din continentul Americii de Nord şi două cincimi (40%) din teritoriul continental al SUA (neincluzând Alaska). Chiar dacă nu luăm în considerare afluentul Missouri, Mississippi, prin lungimea lui proprie de 3780 km de la izvoarele pe care le are în mijlocul unei puzderii de lacuri mici situate într-un relief jos de morene glaciare din vestul Marilor Lacuri şi până la vărsare în Golful Mexic, reprezintă totuşi cea mai importantă arteră hidrografică, cu o poziţie centrală în continentul nord-american, cu toate că nu este navigabil pe toată lungimea.

Vasta regiune care este drenată de Mississippi reprezintă un bazin scufundat între cele două lanţuri muntoase fie cu sedimente marine, fie cu aluviuni continentale transportate de ape pe ramele munţilor. Fundamentul acestei regiuni este constituit de soclul Munţilor Appalaşi, de vârstă hercinică, care se afundă treptat spre vest până la soclul Munţilor Stâncoşi. Din acest fundament mai răzbat la suprafaţă, sub forma unor martori, Munţii Ozark de pe dreapta

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

fluviului Mississippi (în statele Oklahoma şi Arkansas) separate de râul Arkansas în Munţii Boston (833m), la nord, şi Munţii Quachita (884m), la sud. Din măsurătorile geofizice şi forajele geologice efectuate în partea sudică, spre Golful Mexic, a reieşit că baza formaţiunilor sedimentare terţiare se găseşte la 4500 - 6000 m adâncime şi că regiunea, în ansamblu, suferă o mişcare lentă de coborâre spre sud (subsidenţă), fapt ce a determinat şi atragerea în această direcţie a acestui sistem hidrografic (Mississippi - Missouri), care putea foarte bine să fie orientat către Marile Lacuri.

În partea nordică a lui Mississippi, regiunea din vestul Marilor Lacuri - aparţinând astăzi statelor Minnesota şi Wisconsin - a fost supusă glaciaţiunii cuaternare, determinând astefel, în perioada topirii şi retragerii calotei de gheaţă, scurgerea apei şi organizarea reţelei de drenaj spre sud, în actualul sens de orientare al fluviului.

Desfăşurându-se de la nord spre sud în cadrul emisferei boreale, de la latitudinea de 47° la 30°, prin mijlocul continentului, fluviul cu afluenţii săi străbate mai multe zone climatice, dar cu o amprentă evidentă a climatului temperat continental, cu excepţia celor din apropierea Golfului Mexic, unde se manifestă climatul subtropical, şi a afluenţilor ce vin din est, din Munţii Appalaşi, unde predomină climatul temperat oceanic.

Deschiderea mare pe care o are bazinul către nord, spre regiunea arctică, canadiană, face ca frecvent masele de aer reci să se deplaseze spre sud, pe axa hidrografică Mississippi.

În acest context, râurile care vin de pe versanţii estici ai Stâncoşilor şi de pe podişurile extracordiliere au debite mai mici, din cauza climatului mai uscat vara şi rece iarna, în comparaţie cu cele din est, din Appalaşi, care au apă multă ca urmare a climatului oceanic.

Vegetaţia predominantă, formaţiunea fitogeografică de bază, în Central Plains este cea de stepă, denumită aici prerie. Preria originală, nemodificată de om, este domeniul ierburilor înalte, în partea central-nordică şi din ce în ce mai mici şi pipernicite, în care predomină iarba bizonului, spre sud, unde se

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

accentuează aridităţea în condiţiile climatului subtropical continental. Acest "ocean verde al ierburilor" era domeniul de largă pendulare în spaţiu, vara spre nord, nord-vest şi iarna spre sud, sud-vest, a bizonilor care se apreciau în 1860, înainte de a începe decimarea lor, la 8 milioane capete pe o suprafaţă de 1,6 milioane km^2. Traseele de deplasare a bizonilor, cunoscute sub numele de "potecile bizonilor", au fost folosite ulterior la direcţionarea căilor ferate. Către începutul secolului al XX-lea mai existau doar 1000 de exemplare, din care cea mai mare parte erau în rezervaţii.

Izvoarele fluviului Mississippi au fost precizate de către Henry Rowe Schoolcraft în 1832 ca fiind lacul Itaska sau lacul Căprioarelor (Omockos) - cum era numit de băştinaşii algonkini - şi care face parte dintr-o zonă cu numeroase lacuri şi mlaştini înr-o regiune cu relief morenic-glaciar (statul Minnesota), la o altitudine de numai 583 m. În prezent lacul Itaska este inclus în perimetrul unui parc naţional pentru protejarea peisajului morenic-lacustru şi a rezervaţiei indiene Leech Lake.

Râul traversează culmile joase ale Munţilor Mesabi, mai multe aliniamente de morene frontale în care valea se îngustează formând mici cascade sau repezişuri, după cum arată denumirea câtorva localităţi _ Grand Rapids, Little Falls şi Sauk Rapids lângă oraşul Saint Cloud. Relieful morenic, lacurile, pădurea de pini alcătuiesc peisajul regiunii, care apoi cedează treptat locul unui peisaj de silvostepă, marcat în cursul râului de alt sector cu pantă mare care formează cascada Saint Anthony de lângă Minneapolis.

La Minneapolis şi Saint Paul, două oraşe - situate, primul pe dreapta şi al doilea pe stânga - formând astăzi o conurbaţie, Mississippi primeşte câţiva afluenţi dintre care Minnesota şi Saint Croix sunt cei mai importanţi.

Regiunea străbătută de râu, până la confluenţa cu Missouri, a constituit perimetrul paleolacului Agassiz, ce s-a format în perioada postglaciară când calota glaciară se topea retrăgându-se spre nord. Apele acestui lac se scurgeau spre est, în sistemul Marilor Lacuri. Râul Saint Croix, care făcea legătura cu Lacul Superior şi râul Illinois cu lacul Michigan, au fost ultimele căi de drenare

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

a apelor din Agassiz spre est. Aceste raporturi hidrografice s-au schimbat în favoarea lui Mississippi, pe măsură ce râul s-a realizat ca organism de drenaj spre Golful Mexic. Râurile Saint Croix şi Illinois au fost atrase spre Mississippi, astăzi făcându-se legătura cu lacurile menţionate prin intermediul unor canale săpate pentru asigurarea circulaţiei pe apă între cele două sisteme hidrografice (Mississippi - Missouri şi Marile Lacuri - Sfântul Laurenţiu).

Confluenţa cu Missouri în dreptul oraşului Saint Louis, transformă râul îmtr-o mare arteră hidrografică. Mult mai mare decât Mississippi la confluenţă, Missouri (4320 km lungime şi 1370000 km^2 suprafaţa bazinului) aduce ape încărcate cu o mare cantitate de aluviuni în comparaţie cu cele ale colectorului şi se deplasează o bună distanţă separat, în aceeaşi albie. Cantitatea de aluviuni adusă de Missouri este atât de mare, uneori, încât a determinat populaţia autohtonă să-l numească "Marele noroios" (Big Muddy), datorită faptului că acesta drenează regiunea de trist renume în degradarea reliefului numită Badlands (Pământurile rele, sterpe).

La mai puţin de 300 km aval, Mississippi primeşte din stânga, în dreptul oraşului Cairo, pe Ohio, deşi nu este cel mai mare afluent ca lungime şi bazin, este mai bogat în ape decât colectorul principal. La Cairo, Mississippi contribuie cu 23 %, Missouri (care vine dintr-o regiune aridă) cu 19 %, iar Ohio cu 58 % din volumul de apă.

De la confluenţa cu Ohio până la vărsare, Mississippi mai parcurge 1730 km, deşi în linie dreaptă ar mai fi numai 450 km. Această situaţie se datoreşte diferenţei mici de altitudine (88 m la Saint Louis şi 0 m la vărsare cu pantă de numai 0,04 ‰) obligând râul să facă numeroase meandre. Valea se lărgeşte mult (de la 25 km la confluenţa cu Missouri la 70 - 100 km înainte de deltă), albia meandrată lasă multe baraţe moarte şi terenuri mlăştinoase, acoperite cu păduri pe ambele maluri.

Râurile cu care confluează (Arkansas, Red River şi altele mai mici) sunt obligate să curgă zeci şi sute de kilometri paralel cu Mississippi până reuşesc să-şi unească apele. Râul este însoţit de grinduri longitudinale, care separă albia

BCU IAŞI (CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

minoră de albia majoră, joasă şi umedă, deseori inundată şi transformată într-o imensă suprafaţă de apă. Din această cauză aşezările se ţin uneori la distanţe mari, ori sunt situate imediat pe grinduri. Pentru apărarea acestor terenuri împotriva inundaţiilor s-au construit diguri, dar şi acestea cedează din loc în loc în timpul viiturilor puternice.

Înainte de vărsare în Golful Mexic, de la oraşul Baton Rouge începe delta, în suprafaţă de 32000 km^2, care avansează în mare cu 85 - 100 m/an, sub influenţa celor 360 mil. tone aluviuni transportate pe an. În deltă fluviul se desface în mai multe braţe numite Passes (Main Pass, Noth Pass, South Pass, South-west Pass). Pe Main Pass şi între acesta şi lacul Pontchartrain este situat unul dintre cele mai mari porturi din SUA - New Orleans. De la New Orlwans la Cape Cod, trecând prin delta lui Mississippi şi însoţind spre vest ţărmul la o anumită distanţă şi traversând lacuri litorale, s-a construit canalul numit Intracoastal Waterway prin care vasele mici circulă , în siguranţă, la adăpostul valurilor.

Regimul de scurgere este diferenţiat în cursul superior faţă de cel mijlociu şi inferior. În cursul superior are un regim nivo-puvial cu ape mari, primăvara-vara şi cu ape mici începând de la mijlocul verii, toată toamna şi până în iarnă. De la confluenţa cu Missouri se accentuează aceste trasături şi numai după primirea lui Ohio care, după cum s-a menţionat, aduce 58% din volumul de apă al fluviului Mississippi, are loc o modificare a tipului de regim în sensul că apar viituri la sfârşitul verii şi ape ridicate în timpul iernii, datorită precipitaţiilor din climatul oceanic. (Fig. 3.100.)

Atunci când se suprapun apele mari de pe Mississippi - Missouri cu cele de pe Ohio au loc inundaţii catastrofale cum a fost cea din 1927, când au fost acoperite cu apă 5 mil. ha pământ şi au fost distruse 200.000 case. Alte inundaţii mari s-au produs în 1844, 1903, 1913, 1947, 1951, 1952, 1965 şi 1973.

Debitul mediu se estimează la 18.000 m^3/s, cel maxim la ape catastrofale variază între 50.000 şi 80.000 m^3/s, iar cel minim de vară între 3.000 şi 5.000 m^3/s. Amplitudinea nivelului este de 7,2 m la Saint Paul, 14,3 m la Saint Louis,

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

18,3 m la Cairo şi 5-6 m la New Orleans, în deltă. Râul îngheaţă 3-4 luni pe an în cursul superior. Navigaţia pe Mississippi se practică între Saint Paul şi vărsare, pe circa 3.000 km. Având în vedere că prin afluentul Illinois, Mississippi se leagă cu sistemul Marilor Lacuri şi apoi cu Sfântul Laurenţiu, rezultă cea mai lungă cale navigabilă din America de Nord.

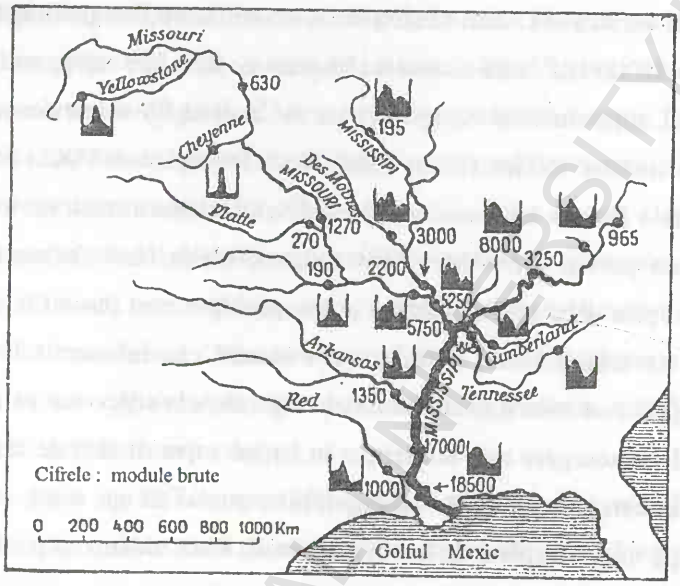


Fig. 3.100 Bazinul fluviului Mississippi hidrografe caracteristice cu valori medii sezoniere din perioada 1920-1944 (după A. Guilcher)

Amenajarea râului Mississippi s-a făcut, în special, în scopul apărării terenurilor şi localităţilor împotriva inundaţiilor şi pentru realizarea unei căi de transport. În scopuri hidroenergetice s-a construit un mare lac de acumulare şi o centrală electrică cu o putere instalată de 120 MW, la Keokuk în amonte cu 200 km de saint Louis, în cursul superior unde râul nu este navigabil. În schimb, au fost realizate numeroase lacuri de acumulare pe afluenţi în special pe Ohio şi Missouri, constituind nişte sisteme hidroenergetice complexe.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Dunărea_ (2860 km lungime, 805.300 km^2 suprafaţă)

Este al doilea fluviu ca lungime şi dimensiune a bazinului în Europa, după Volga şi izvorăşte din partea central-vestică a continentului, din Munţii Pădurea Neagră (Schwarzwald). Străbate, mai întâi, de la vest la est, centrul continentului până la Budapesta, apoi de la nord la sud Depresiunea Panoniei până la confluenţa cu Drava, apoi de la nord-vest spre sud-est până în apropiere de Calafat, traversând, în acest sector, Carpaţii, prin la defileul de la Porţile de Fier; în continuare curge de la vest spre est până la Călăraşi delimitând, în partea de sud, Câmpia Română faţă de Podişul Prebalcanic, apoi de la sud-vest spre nord-est până la Galaţi unde delimitează Câmpia Română de Podişul şi Munţii Dobrogei şi , în sfârşit, de la vest la est până la vărsarea în Marea Neagră, prontr-o deltă.

Dunărea se formează din doi mici afluenţi - Brege şi Brigach, care izvorăsc de sub vârful Kandel (1241 m) şi se unesc la Donaueschingen (678 m alt.).

Bazinul Dunării ocupă 8 % din continentul european, iar Dunărea propriu-zisă trece prin sudul Germaniei, nord-estul Austriei, sudul Slovaciei, aproape prin mijlocul Ungariei, nord-estul Iugoslaviei, nordul Bulgariei, sud-vestul Ucrainei, sud-vestul, sudul şi sud-estul României.

Cursul superior se desfăşoară de la izvoare şi până la Poarta Devin, deci înainte de a intra în Bazinul Panonic şi are 1060 km. Imediat după unirea lui Brege cu Brigach la Donaueschingen, Dunărea pierde, prin calcarele jurasice ale munţilor Jura Suabo - Franconiană, circa 5 m^3/s, care trec prin carstul subteran până la Tuttlingen, în bazinul râului Neckar afluent al Rinului, la Manheim. În perioadele secetoase, Dunărea rămâne fără apă după aceste transferuri subterane. Este singura luptă care se dă între Dunăre şi alte bazine hidrografice. În continuare, Dunărea curge între lanţul muntos hercinic Jura Suabo-Franconiană, pe stânga, şi înălţimile prealpine, pe dreapta, intrând în bazinul Münchenului, la Ulm, de unde cursul începe să fie navigabili. De pe versanţii nordici ai Alpilor, Dunărea primeşte cei mai mulţi şi mai importanţi afluenţi, care imprimă regimul alpin în scurgerea apei. Dintre aceştia

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

menționăm din amonte spre aval, din dreapta, pe Riss, Iller, Günz, Mindel, Lech, Isar (care trece prin München), Inn cu Salzach (ce trece prin Salzburg - Austria), Traunn și Enns, majoritatea drenând numeroase lacuri situate în văi glaciare și barate de morene (Forggen, Ammer, Starnberger, Walchen, Tegern, Chiem din Germania, Atter, Mond, Hallstätter, Traun în Austria).

Din stânga primește ca afluenți mai importanți pe Altmühl, Naab și Regen, ultimul având confluența la Regensburg. Dintre afluenții din acest sector, Innul are debitul cel mai mare, de 810 m^3/s, mai mult decât Dunărea în aceeași secțiune (660 m^3/s). Panta râului variază între 0,6 - 0,9 %, ceea ce face ca și viteza apei să fie mai mare (1-3,5 m/s). Porțiunile cu chei sau defilee se găsesc la trecerea unor culmi muntoase sau a rocilor mai dure, cum sunt cele de la Neuburg, Kelheim, Wachau, Bisamberg - Kahlenberg, cataractele de la Ardagger - Persenbeurg, Strudel și Wirbel.

La Viena Dunărea cunoaște trei ipostaze și anume: canalul dunărean (Donau Kanal), care este străjuit pe ambele părți de impunătoare construcții declarate monumente arhitectonice, Dunărea Veche (Alte Donau), un curs abandonat, dar folosit pentru agrement și Dunărea propriu-zisă pe care se face navigația. Între Donau Kanal și Donau se găsește renumitul parc de distracții Prater, iar în aval de Viena, pe stânga cursului său, dealurile nu mai înalte de 550 m ce au intrat în istoria scrisă și nescrisă sub numele de Wienerwald (Pădurea Vieneză).

Înainte de a trece prin Poarta Devin și deci în cursul mijlociu, Dunărea primește din stânga Morava cehă (debit mediu 62 m^3/s), care constituie pe circa 100 km, granița dintre Austria și Slovacia.

Cursul mijlociu se întinde de la Poarta Devin la Baziaș și este de numai 725 km. Îngustarea de la Devin, care reprezintă trecerea de la Bazinul Vienei în cel al Panoniei, este impusă de Carpații Mici (Male Karpatj). La numai câțiva kilometri aval de Poarta Devin și de la intrarea Dunării pe teritoriul Slovaciei se găsește orașul Bratislava, capitala Slovaciei, care s-a extins și pe partea dreaptă impunând construirea mai multor poduri, dintre care cel din dreptul Hrad-ului este cel mai impunător, prin suplețea și concepția lui arhitectonică. Între

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

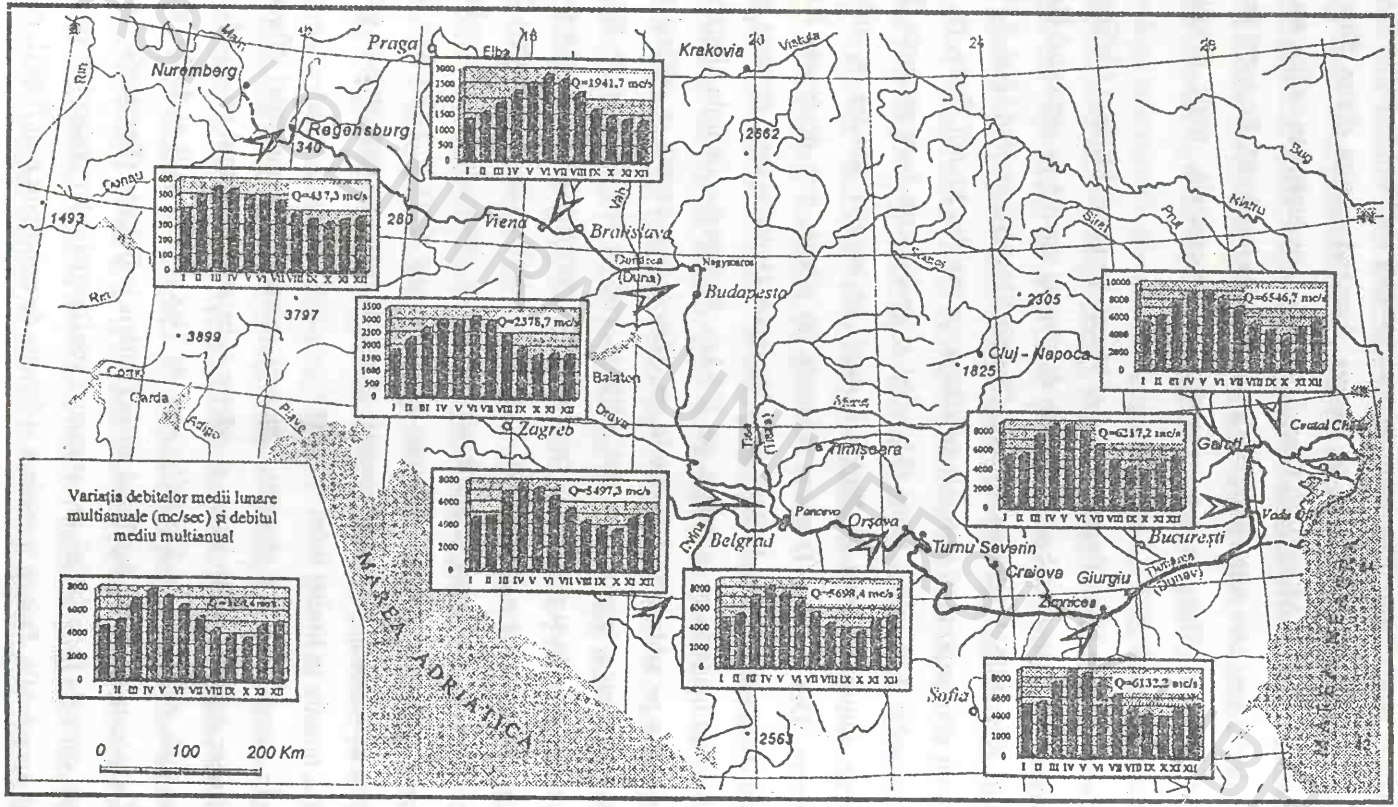
Bratislava şi Komarno (Komarom, pe malul ungar) Dunărea se desparte în două braţe, - Dunărea propriu-zisă, în dreapta, formând graniţa dintre Slovacia şi Ungaria şi Dunărea Mică (Mali Dunaj), în stânga, închizând în mijloc un ostrov lung de 90 km, care este numit de slovaci şi delta interioară. Pe acest sector, la Gabcikovo, în Slovacia s-a construit o hidrocentrală, mult discutată ca oportunitate ecologică.

Între Carpaţii Mici (Poarta Devin) şi Munţii Ungariei Mijlocii (defileul de la Visegrad), Dunărea străbate o regiune de câmpie numită pe teritoriul Ungariei, în sud, Kiss Alföld (Câmpia Mică) şi Câmpia Slovaciei în nord (Fig. 3.101). Ca afluenţi mai importanţi primeşte pe stânga, ce vin din Munţii Tatra, pe Vah cu Nitra (debit 139 m^3/s), Horn (82 m^3/s) şi Ipoly, care face pe circa 150 km graniţa dintre Ungaria şi Slovacia după ce această funcţie o indeplinise Dunărea. Din dreapta, Dunărea primeşte un afluent mai de seamă Raab (96 m^3/s). După ieşirea din defileul de la Visegrad, Dunărea are o direcţie nord-sud străbătând Ungaria pe la mijloc, pe 275 km. Budapesta, capitala Ungariei, care se găseşte pe ambele maluri (Buda, pe colinele din dreapta cu acelaşi nume şi Pesta pe stânga, într-o luncă mai înălţată), este un oraş pitoresc cu numeroase poduri mai vechi şi mai noi, la care se adaugă prezenţa insulei Margareta. Chiar la periferia sudică a Budapestei, Dunărea se desface în două braţe - Dunărea propriu-zisă, în dreapta şi Soroksari - Duna, în stânga, formând insula Csepel între ele. În continuare, ca urmare a pantei mici (0,05 ‰) Dunărea face mai multe meandre în Câmpia Panoniei, lăsând numeroase braţe părăsite pe ambele părţi, numite în limbaj local "morotva".

În partea sudică a câmpiei, Dunărea primeşte cei mai mari afluenţi, care definesc tipul de regim hidric şi măresc substanţial volumul de apă. Este vorba mai întâi de Drava cu 578 m^3/s, apoi de Tisa cu 814 m^3/s şi de Sava cu 1613 m^3/s, acesta din urmă întâlnind apele Dunării la Belgrad (Beograd). Acest mare oraş, capitala Iugoslaviei, are avantajul confluenţei celor două râuri cu debite de apă apreciabile, fapt ce îi conferă şi funcţia de important port fluvial, cu cheiuri

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 3.101 Bazinul hidrografic al Dunării şi hidrograful debitelor caracteristice



BCU IAŞI - BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ - LIBRARY

întinse pe mai mulţi kilometri. De aici, în afară de navigaţia pe Dunăre se circulă pe Tisa, de pe acesta pe canalul Bega, care ajunge pe teritoriul ţării noastre, în amonte de Timişoara, pe Sava până la Zagreb şi chiar Liubliana. Vechiul centru istoric al oraşului Belgrad se grupează în jurul cetăţii Kalemegdan situată pe malul drept al Dunării, imediat după confluenţa cu Sava.

De la confluenţa cu Sava şi până la Baziaş, intrarea în cursul inferior, Dunărea primeşte trei afluenţi mai importanţi, pe stânga, care vin de pe teritoriul României. Chiar în apropiere de Belgrad vine Tamis (Timiş), Karas (Caraş) şi, pe graniţa dintre România şi Iugoslavia, Nera. Din dreapta primeşte pe Morava sârbească, cu un debit apreciabil (210 m^3/s).

Cursul inferior se desfăşoară pe 1075 km făcând graniţa dintre România pe de o parte, şi Iugoslavia, Bulgaria, Ucraina, pe de altă parte. Cuprinde cel mai frumos şi mai lung defileu - Porţile de Fier (144km), un sector cu evidentă asimetrie (Drobeta-Turnu Severin - Călăraşi, 566km), un sector de bălţi, în care fluviul se desface în braţe ce închid succesiv două zone joase de luncă (Ialomiţa, Brăila, 195 km), un sector al navigaţiei maritime unde se include şi Delta Dunării (Brăila - Sulina, 170 km).

Defileul de la Porţile de Fier se desfăşoară între Baziaş şi Gura Văii, cu mai multe îngustări şi lărgiri (bazinete). Prima îngustare este la Coronini care, în timpul marilor inundaţii, cum a fost cea din 1897, a determinat formarea unui lac temporar ce se întindea până dincolo de Belgrad, numit sugestiv Mare Album. De altfel, în aceste condiţii de regim forţat s-a format şi ostrovul Moldova Veche. Tot aici, la Coronini, un punct dificil pentru navigaţie îl reprezintă stânca Babacaiului, constituită din calcare tithonice. În interiorul defileului mai apar sectoare de îngustări, cum ar fi cele de la Grebeni, Ciacar-Strebeţ (Strbac) şi cele mai renumite şi pitoreşti - Cazanele Mari şi Cazanele Mici, separate de bazinetul de la Dubova.

Deşi defileul Dunării, la traversarea Carpaţilor, se numeşte Porţile de Fier, denumire intrată în literatura de specialitate, totuşi topicul ca atare este folosit de către localnici numai după confluenţa cu Bahna, adică de la Vârciorova la

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Gura Văii, unde datorită dificultăţilor mari pentru navigaţie, între 1890-1898, s-a amenajat pe un fost traseu de canal de pe timpul romanilor un canal lat de 75 m, adânc de 2 m, lung de 2 km, prin care vasele erau trase de o locomotivă (tip halaj). Pe partea iugoslavă acest sector era numit Şip. Prin construirea barajului (folosit şi ca o cale rutieră) cu două ecluze, toate aceste dificultăţi ale navigaţiei au fost rezolvate, datorită ridicării nivelului apei şi a remuului produs care ajunge, în anumite condiţii, dincolo de Belgrad, până la confluenţa Dunării cu Tisa (circa 230 km lungime).

Hidrocentrala Porţile de Fier I care a intrat în funcţiune cu întreaga sa capacitate de 2100 MW în 1971, este folosită în comun de România şi Iugoslavia. Construirea acestui important obiectiv economic a dus la inundarea (dispariţia) insulei Adakaleh şi a unor vestigii romane situate la cote inferioare. În subsectorul următor, numit şi pontic, panta fluviului scade (0,045-0,06 %), favorizând formarea unor ostrove (Ostrovul Mare, Păpădia, Calnovăţ, Băloiu, Belene, Ostrovul Păsărilor) şi a luncii pe partea stângă, cu lăţimi de 4-13 km, care cuprindea înainte de îndiguire şi desecare numeroase lacuri. Afluenţii Dunării în acest sector sunt mai mari pe stânga, de pe teritoriul ţării noastre (Jiu, Olt, Argeş) şi mai mici pe teritoriul Iugoslaviei şi Bulgariei, deşi mai mulţi la număr (Timok, Ogosta, Iskar, Vit, Osâm, Iantra, Lom). În acest subsector s-a mai construit o hidrocentrală - la Porţile de Fier II în cooperare tot cu Iugoslavia.

Un subsector destul de caracteristic marilor fluvii este cel al bălţilor dintre Călăraşi şi Brăila unde Dunărea se desface în mai multe braţe cuprinzând între ele lunca propriu-zisă care datorită numeroaselor lacuri şi gârle, a ferecventelor inundaţii au fost numite sugestiv Balta Ialomiţei (Borcei), delimitată de Dunărea Veche şi Borcea şi Balta Brăilei delimitată de Dunărea Nouă cu mai multe braţe (Vâlciu, Mănuşoaia, Cremenea, Pasca, Calia, Arparu) formând ostroave mai mici în vest şi braţul Măcin (Dunărea Veche) în est. Cele două bălţi au fost îndiguite şi terenurile sunt folosite intens în agricultură. În acest subsector Dunărea primeşte afluenţi mai mici - Ialomiţa şi Călmăţui, pe stânga.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Ca punct de trecere menţionăm renumitul pod de cale ferată de la Feteşti şi Cernavodă construit de ing. Anghel Saligny în 1890 - 1895 care a fost la acel timp o remarcabilă operă - cel mai lung din Europa, dublat de al doilea pod rutier şi de cale ferată (dat în folosinţă în 1987). Ceva mai în aval, acolo unde râul se uneşte într-o singură albie, se găseşte podul rutier Giurgiu-Vadu Oii dat în folosinţă în 1970 (1450 m lungime din care 750 m suspendat peste fluviu). fiind cel mai lung pod peste Dunăre şi al optulea din lume la acea dată.

Ultimul subsector este numit maritim prin faptul că în urma amenajărilor făcute, către sfârşitul secolului al XIX-lea, vasele de tonaj maritim pătrund pe braţul Sulina şi mai departe pe Dunăre până la Brăila (92 mile marine sau 170 km). În afară de primirea afluenţilor mai mari, Siret şi Prut, ambii pe stânga, şi amenajarea pentru navigaţia maritimă până la vârful deltei (Ceatalul Chiliei sau Primul Ceatal) cu dezvoltarea corespunzătoare a oraşelor porturi Brăila, Galaţi în ţara noastră şi Reni în Ucraina, Dunărea reprezintă şi graniţa dintre aceste ţări. Subsectorul deltaic al Dunării între braţele Chilia (117 km) în nord, Tulcea (19 km) şi în continuare Sfântu Gheorghe (109 km) în sud, însumează 2540 km^2 (pe teritoriul României).

Această unitate geografică în continuă evoluţie teritorială ca rezultat al acţiunii fluviului prin cei 6473 m^3/s apă şi 58 mil. tone/an de aluviuni, pe de o parte şi a acţiunii valurilor asupra ţărmurilor, pe de altă parte, a constituit şi mai constituie un tezaur faunistic şi floristic unic în Europa. Deşi Delta Dunării a fost supusă unui intens proces de amenajare în scopuri agricole, silvice şi piscicole, au rămas încă importante suprafeţe în regim natural iar dintre acestea 56.000 ha sunt protejate pentru fauna ornitologică şi pădurile de tip subtropical de pe grindurile Letea şi Caraorman, din 1990 în cadrul Rezervaţiei Biosferei Delta Dunării.

Regimul de scurgere al Dunării este caracterizat, în cursul superior, de afluenţii din Alpi care determină ape mari în iunie iar în cursul mijlociu şi inferior de afluenţii Drava şi Sava care dau şi ultima amprentă asupra tipului de regim - ape mari de primăvară (aprilie - mai) şi ape mici de toamnă (septembrie

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

- octombrie). Iarna şi vara cantitatea de apă transportată este moderată, debitul mediu multianual creşte treptat din amonte spre aval după cum urmează: 1470 m^3/s la Passau după confluenţa cu Inn, 1920 m^3/s la Viena, 2350 m^3/s la Budapesta, 5300 m^3/s după confluenţa cu Drava, Tisa şi Sava, cantitate cu care intră la Baziaş şi care creşte prin aportul apelor din cursul inferior până la 6473 m^3/s la intrarea în Delta Dunării.

Pe cele trei braţe în interiorul deltei, volumul de apă se distribuie inegal - 58% pe Chilia, 23% pe Sfântu Gheorghe şi 19% pe Sulina. Proporţional sunt preluate şi cele peste 58 mil. tone/an aluviuni fapt ce determină formarea şi înaintarea cu circa 80 m/an în mare a deltei secundare a braţului Chilia pe teritoriul Ukrainei .

Debitele maxime se înregistrează în perioada apelor mari de primăvară care uneori se produc şi vara. Astfel, la Orşova s-a înregistrat 15.100 m^3/s în 13.04.1940, la Oltenita 15.900 m^3/s în mai 1942 şi la Ceatalul Chiliei 15500 m^3/s în 5.07.1970. Debitele minime se produc în timpul toamnei şi uneori iarna (1250 m^3/s la Orşova în 12.01.1954, 1450 m^3/s la Oltenita în ianuarie 1964 şi 1350 m^3/s la Cetalul Chiliei în octombrie 1921).

Dunărea este o importantă cale navigabilă europeană, folosită încă din antichitate. În prezent ea este legată de Rin prin canalul Main - Dunăre (ultimul tronson dat în folosinţă în 1995) şi mai direct cu Marea Neagră, prin canalul Dunăre - Marea Neagră, între Cernavodă şi Agigea / Midia, dat în folosinţă între 1984 şi 1988.

Volga (3530 km lungime, 1360000 km^2 suprafaţă)

Deşi nu este cel mai mare râu din Federaţia Rusă, fiind întrecut de multe din partea Asiatică (Obi, Irtîş, Enisei, Amur, Lena), Volga s-a identificat cu viaţa poporului rus, devenind simbolul naţional - matuşca (măicuţa). Dacă la scara Federaţiei Ruse este al cincilea râu ca mărime, la scară europeană este primul sub aspectul lungimii, suprafeţei bazinului, debitului de apă şi chiar al deltei pe care o formează la vărsare în Marea Caspică. Bazinul hidrografic acoperă 1/3

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

din partea europeană a Federației Ruse și însumează circa 150000 de cursuri de apă cu o lungime de 574000 km.

Volga izvorăște din Podișul Valdai, situat la nord-vest de Moscova și sud-est de Sankt Petersburg, de la o altitudine de numai 228 m, mai exact din lacul Seliger. Dacă luăm în considerare punctul de vărsare în marea Caspică de -28 m, rezultă că diferența de nivel este doar 256 m, deci o pantă medie de 0,07‰.

Desigur că pe anumite sectoare panta este mai mare, remarcându-se chiar repezișuri, așa cum se întâmplă în cursul superior, în Podișul Valdai, până intră în câmpia joasă, mlăștinoasă.

La obârșie, Volga și un alt mic tributar drenează mai multe lacuri de origine glaciară, dintre care Verhit, Sterj, Vselung, Pena și Volga. La ieșirea din lacul Volga s-a construit, în 1843, barajul Verhnevoljsk pentru regularizarea scurgerii și menținerea unei adâncimi optime a navigației locale, la ape mici.

Direcția de scurgere a râului este, în cursul superior, destul de schimbătoare. De la izvor până la Zubcov este de la nord către sud-est, apoi de la sud-vest spre nord-est, o altă schimbare spre Moscova (sud-est), pentru ca de la Dubina (unde începe canalul Volga - Moscova) direcția să fie din nou spre nord-est, până la Rîbinsk unde s-a construit, în 1949, primul lac de acumulare mai mare pe Volga (18 m înălțime baraj, 4550 km^2 suprafața și 25,4 km^3 volum de apă) numit lacul Rîbinsk, Marea Volgăi sau Marea Moscovei.

Lacul Rîbinsk, rezultat din bararea Volgăi în punctul unde își schimbă direcția de curgere de la nord-vest spre sud-est, spre Iaroslavl, s-a extins mult spre nord, ocupând o vastă arie joasă, depresionară în care o serie de râuri ca Suda, Ciagodoscia erau colectate de Mologa (450 km lungime), principalul afluent. În prezent lacul Rîbinsk a fost legat printr-un canal cu lacul Beloie și mai departe cu lacurile Onega, Ladoga și Golful Finic. Prin acest canal și cursul râului Volga până la vărsare s-a realizat sistemul Marünsk și respectiv Volgabalt ce leagă Marea Caspică de Golful Finic, în lungime de 3932 km, Astrahanul de Petersburg, pe de o parte și Marea Caspică cu Marea Albă pe de altă parte.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Între Rîbinsk şi Kostroma, unde primeşte din stânga afluentul cu acelaşi nume (400 km lungime) cu un lac de acumulare la confluenţă, valea se îngustează, are maluri înalte prin Dealurile Uglicisk - Danilovsk şi Galicisk - Ciuhlomsk, iar mai în aval până la Nijnii Novgorod (Gorki), Volga curge prin Câmpia Ujensk-Balahinsk. În această porţiune, în dreptul localităţii Gorodeţ, s-a construit în 1957 barajul şi lacul de acumulare Nijnii Novgorod (Gorki) (17 m înălţime baraj, 1500 km^2 suprafaţă, 8,7 km^3 volum) care se întinde pe 320 km lungime pe râu. În perimetrul acestui lac confluează pe stânga cu afluentul Unja (550 km lungime).

Cursul superior al Volgăi este considerat până la oraşul Ninjii Novgorod (Gorki) unde aceasta primeşte, pe dreapta, unul din cei mai importanţi afluenţi - Oka (1500 km lungime şi 1300 m^3/s debit mediu) care sporeşte substanţial debitul. Între confluenţa cu Oka şi Kama, Volga are o direcţie aproape vest-est, ocolind pe la nord înălţimile Privoljsk dar străbătând câteva dintre ele, între Zelenodolisk şi Kazan, unde valea se mai îngustează. Pe acest sector primeşte ca afluenţi importanţi pe Sura (864 km lungime, 65450 km^2 bazin) şi Sviiaga (402 km lungime şi 17900 km^2 bazin), pe dreapta, şi Vetluga (866 km lungime şi 40050 km^2 bazin), pe stânga.

La Ceboksari, la apropape egală distanţă între Nijnii Novgorod (Gorki) şi Kazan, s-a construit în 1975 lacul de acumulare cu acelaşi nume (19 m înălţime baraj, 2295 km^2 suprafaţă şi 14,2 km^3 volum). De la Kazan până la Volvograd, Volga se orientează spre sud delimitând, pe mai multe sute de kilometri spre est, dealurile Privoljsk, unde valea are caracter evident asimetric cu versantul drept înalt şi cel estic jos.

În aval de Kazan, Volga primeşte, din stânga, pe Kama cel mai mare afluent (1805 km lungime şi 3500 m^3/s debit mediu) care determină fizionomia regimului hidrologic până la vărsarea în Marea Caspică, în condiţiile naturale, neamenajate.

În amonte de oraşul Kuibîşev, Volga traversează dealurile Jiguli (375 m altitudine) în care valea se îngustează, fapt cea favorizat amplasarea în 1957 a

barajului celui mai mare lac de acumulare de pe Volga şi din Europa - Marea Kuibîşev (25 m înălţime baraj, 6450 km^2 suprafaţă şi 58 km^3 volum) - lac ce se întinde în amonte pe Volga, pe 580 km, până la confluenţa cu Ilet (lângă Zelenodolisk) şi pe Kama până la localitatea Nijnekamskii.

În aval de barajul Kuibîşev, Volga face o buclă spre est ocolind colinele Jiguli şi primeşte doi afluenţi pe stânga (Sok - 375 km lungime, 11300 km^2 suprafaţa bazin şi Samara - 575 km lungime, 46500 km^2 bazin). Înainte de oraşul Saratov, mai precis în dreptul localităţii Balakov, s-a construit în 1970 lacul de acumulare cu acelaşi nume (15 m înălţime baraj, 1950 km^2 suprafaţă şi 12,9 km^3 volum), a cărui parte terminală ajunge la oraşul Kuibîşev.

În continuare, ultimul lac de acumulare pe Volga, este lacul Volgograd, construit în 1962 (27 m înălţime baraj, 3.500 km^2 suprafaţă şi 33,5 km^3 volum) şi care se întinde pe 1.600 km pe Volga. Cu 21 km amonte de oraşul Volvograd (vechiul Ţariţin) şi cu 537 km înainte de Marea Caspică, Volga se desface în două braţe principale - Volga propriu-zisă, pe dreapta şi Ahtuba, pe stânga şi între acestea numeroase braţe mai mici, unele funcţionând tot timpul anului, altele numai la inundaţii. Această baltă interioară, numită Volga-Ahtubinsk, are o lăţime între 2 şi 20 km.

La Volgograd, unde Volga se apropie foarte mult de Don, s-a construit canalul Volga - Don. Delta Volgii, care începe cu 46 km în amonte de oraşul Astrahan sau 170 km distanţă de Marea Caspică, unde se desprinde din râu braţul Buzan, cuprinde circa 500 braţe şi gârle, din care mai principale sunt: Bahtemir ce, este şi navigabil, Kamîziak, Staraia Volga şi Ahtuba. Suprafaţa deltei, apreciată la 13000 km^2, creşte ca urmare a înaintării în mare cu 170 m/an prin cele 25 mil. tone aluviuni transportate şi depuse la vărsare.

În ceea ce priveşte sursele de alimentare, din bilanţul hidric, ponderea cea mai mare o au zăpezile cu 60%, urmate de apele subterane cu 30% şi ploile cu numai 10 % ca urmare a climatului temperat continental cu nuanţă excesivă şi a energiei mici a reliefului din bazin.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În condiţiile naturale, neamenajate, apele mari pe Volga se produceau în primăvară-vară (aprilie - iunie), iar apele mici vara şi iarna. Ca urmare a ploilor de toamnă, se mai produceau ape mari şi în octombrie, dar mai reduse ca amplitudine în comparaţie cu cele din aprilie - iunie. Amplitudinea variaţiei de nivel era de circa 11 m la Tver (în cursul superior), 15-17 m mai jos de confluenţa cu Kama şi numai 3 m la Astrahan, ca urmare a atenuării viiturilor în lunca Volga-Ahtubinsk.

Debitul mediu la Verhnevoljskoi este de 29 m^3/s, la Tver de 182 m^3/s, la Taroslav de 1100 m^3/s, la Nijnii Novgorod (Gorki) 2970 m^3/s, la Kuibîşev 7720 m^3/s şi la Volgograd 8060 m^3/s. În aval până la vărsare Volga pierde prin evaporaţie şi infiltraţie 2% din volumul de la Volgograd.

Debitul maxim înregistrat la confluenţa cu Kama a fost de 67000 m^3/s, iar la Volgograd, ca urmare a revărsării în luncă, de 52000 m^3/s . Prin realizarea lacurilor de acumulare regimul de scurgere a fost modificat destul de mult. De asemenea, s-a redus cantitatea de aluviuni transportată (sub 25 mil. tone/an) şi cea de substanţe chimice dizolvată în apă (sub 40 mil tone/an). S-a modificat şi regimul de îngheţ care înainte era de 160 de zile în cursul superior şi mijlociu şi de 100 zile în deltă la Astrahan.

Prin centralele electrice realizate la fiecare lac de acumulare, Volga a devenit un mare furnuzor de energie electrică pe lângă irigarea terenurilor cu apă din lacuri şi totodată o mare cale navigabilă care leagă cu Marea Neagră, Marea Albă şi Marea Baltică. Dintre centralele electrice de pe Volga menţionăm din amonte spre aval: Uglici, care este la barajul de unde pleacă canalul Moscova cu 110 MW putere instalată, Rîbinsk cu 350 MW, Nijnii Novgorod (Gorki) cu 520 MW, Ceboksari cu 1630 MW, Kuibîşev cu 2300 MW, Volgograd cu 2530 MW şi Astrahan cu 2300 MW. După cum este cunoscut delta Volgii şi cursul inferior erau renumite în migrarea sturionilor din Marea Caspică. Amenajările făcute au ţinut cont ca această bogăţie piscicolă, din care se extrage o importantă cantitate de icre negre, să nu fie diminuată.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pentru mărimea cantității de apă în bazinul Volgăi, necesară - în primul rând la irigații și în al doilea rând la redresarea nivelului Mării Caspice, care este în scădere ca urmare a pierderilor prin evaporație - se preconizează transferul unui volum de circa 40 km^3 apă (cât este volumul râurilor interioare din România) din bazinele Peciora și Vicegda (afluent al Dvinei de Nord) prin intermediul afluentului Kama.

Huang He (5464 km lungime, 745000 km^2 suprafață)

Al doilea fluviu ca mărime din China și al 5-lea de pe Terra (după Amazon, Nil, Mississippi, Iantzî). Izvorăște din Podișul Tibet, Munții Bayan Hara (Bayan Hara Ula) (4620 m alt.), trece prin lacurile Orin și Zharin (Orin Nur și Zharin Nur) situate în depresiunea Odon-Tala, ocolește prin sud-est Munții Amne Machin (6084 m) aparținând lanțului Kunlun și Nanșan unde formează mai multe cascade și defilee.

Până la ieșirea din lanțul muntos Nanșan, la orașul Lanzhou capitala provinciei Gansu, Huanhe primește mai mulți afluenți printre care cei mai importanți sunt Taohe, din dreapta și Huangshui, din stânga. De la Lanzhou râul ia o direcție nord-est angajându-se într-o regiune din ce în ce mai aridă aparținând vastului Deșert Gobi, la limita căruia descrie marea buclă.

În această vastă buclă în care limitele vestică și nordică sunt date de Deșertul Gobi, Hunhe închide cel mai mare și impresionant podiș de loess din lume, numit Ordos. Din această regiune aridă, Huanhe primește afluenți de mică importanță iar debitul de apă realizat în regiunea muntoasă se mai micșorează și se încarcă cu material loessoid erodat din podișul de loess, căpătând culoarea gălbuie, de unde și numele de Fluviul Galben, în comparație cu Iantzî - Fluviul Albastru și Hongha - Fluviul Roșu. Dintr-un râu cu apă cristalină și vijelios în munți, în amonte de Lanzhou, Huanhe, datorită cantităților mari de aluviuni, devine un râu ce transportă greu încărcătura primită.

Podișul de loess renumit prin grosimea depozitului galben, care ajunge până la 300 m, și suprafața mare de 500.000 km^2 a fost disecat prin eroziunea apelor,

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

transformându-l într-un labirint de văiugi şi ogaşe care au creat şi creează mari grautăţi în conservarea solului şi în trasarea unor căi de transport. Dovada acestor condiţii morfologice extrem de grele este faptul că cele două linii de cale ferată care ajung la Lanzhou din est, una prin sudul buclei de la Xian şi alta prin nordul ei, de la Zhangjiakou, Huanhe în acest cot intersectează de două ori marea operă antică de apărare - Zidul chinezesc - construit în sec. III î.e.n., lung de 6300 km.

În provincia Shanxi care ocupă spaţiul din interiorul marelui cot, Huanhe primeşte din dreapta pe Weihe pe care este aşezat oraşul Xian, reşedinţa provinciei, iar în partea opusă, din provincia Shanxi, primeşte pe Fenhe, singurii afluenţi mai imporatnţi din cursul mijlociu.

După confluenţa cu Weihe formează un defileu între Munţii Tinling (Qinling), în sud şi Taihang în nord, numită şi poarta Tongguan care a jucat un rol important în decursul istoriei Chinei. De la oraşul Zhengzhou, Huanhe intră în Marea Câmpie Chineză pe care o străbate până la vărsare în Golful Pohai (Bohaiwan).

În această vastă câmpie joasă, Huanhe, datorită cantităţilor imense de aluviuni, şi-a înălţat continuu albia cu 3 până la 10 m deasupra nivelului câmpiei, ceea ce a făcut deseori, în decursul timpului, ca la ape mari râul să se reverse pe mari suprafeţe şi să-şi schimbe direcţia de curgere şi locul de vărsare pe o distanţă de 800 km.

Mutarea cursului inferior a fluviului Huanhe pe o asemenea distanţă reprezintă un caz unic între râurile planetei noastre. Este consemnat că în cele XX de secole ale epocii noastre, Huanhe şi-a schimbat locul de vărsare de 10 ori, pendulând la sud, cam în dreptul gurii de vărsare a fluviului Iantzî şi la nord, în Golful Pohai, ocolind Munţii Taishan din Peninsula Shandong. Între anii 1194 şi 1853 Huanhe s-a vărsat la sud iar în 1853 şi-a schimbat direcţia la nord de Shandong. În 1938 în conflictul militar dintre armatele japoneză şi cea chineză, s-a procedat la ruperea voită a digurilor în dreptul oraşului Zhengzhou

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

determinând revenirea lui Huanhe în partea sudică prin lacul Hongze şi râul Huai.

Toate aceste schimbări ale cursului provocate pe cale naturală sau intenţionate de om au fost urmate de imense pagube materiale şi pierderi de vieţi omeneşti dat fiind faptul că regiunea este dens populată şi cultivată intens. Revenirea cursului pe actualul traseu în Golful Pohai s-a făcut în 1947 de data aceasta pregătită de om şi efectuată fără pierderi materiale sau umane.

Regimul de scurgere este determinat de topirea zăpezilor în zona muntoasă tibetană şi de ploi în cursul mijlociu şi inferior, în timpul musonului de vară. Valorile debitului mediu reflectă fidel condiţiile climatice ale regiunilor prin care trece. Astfel, la ieşirea din munţi, la Lanzhou are 1105 m^3/s, după trecerea podişului de loess, 818 m^3/s, deci o diminuare, şi la vărsare 1500 m^3/s. Oricum, această cantitate de apă este în discordanţă cu lungimea şi mărimea bazinului de recepţie. Apele mari din iulie-august determină debite maxime de 22.000 m^3/s iar viiturile catastrofale de 30.000 m^3/s. În timpul apelor mari, în sectoarele cu vale îngustată nivelul apei se ridică cu 10-20 m, iar în câmpie cu 4-5 m. În 2500 ani fluviul a produs 1593 inundaţii.

Cantitatea de aluviuni este apreciată la 34-50 kg/m^3 sau 1,1 miliarde tone/an, situând fluviul Huanhe pe primul loc în lume din acest punct de vedere (17% din aluviunile transportate de râurile Terrei). Din această cantitate 70% este transportată în intervalul iulie-septembrie. Acest volum mare de aluviuni determină formarea unei delte la vărsare care înaintează cu 290 m/an. Râul îngheaţă 3-4 luni pe an în cursul superior şi 2-3 săptămâni în cel inferior. Pentru apărarea împotriva inundaţiilor, în 1953 a început un vast plan de amenajare a râului, în zona de câmpie prin construirea a 5000 km de diguri cu înălţimi între 5 şi 12 m, numeroase prize pentru preluarea apei necesară la irigaţii. Se apreciază că preluarea unor cantităţi de apă pentru irigaţii şi concomitent reducerea turbidităţii va permite râului mărirea capacităţii de eroziune în albie şi ca atare adâncirea acesteia în cursul inferior.

BCU ASTRO CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Amur (2824 km lungime sau 4440 km de la izvoarele râului Argun, 1855000 km^2 suprafață)

Important râu în Asia de Nord-Est, ce ia naștere prin unirea a două râuri - Argun și Silka; curge spre est formând granița cu China până în apropiere de Habarovsk și se varsă în Strâmtoarea Tătară, dintre Marea Ohotsk și Marea Japoniei, în fața insulei Sahalin.

Este al patrulea râu din Federația Rusă (după Enisei, Obi și Lena) și al zecelea din lume, după mărimea bazinului de recepție care se împarte astfel: 995000 km^2 în Federația Rusă, 815000 km^2 în China și 33.000 km^2 în Mongolia.

Prin afluentul său Argun, lung de 1520 km, ce izvorăște din Munții Hinganul Mare, China (sub denumirea de Hailar) iar prin Silka și, respectiv Onon, în lungime de 1408 km izvărăște din Nuruu din Mongolia.

Argun, până la confluența cu Silka, formează granița dintre Federația Rusă și China pe o lungime de 944 km. În bazinul Amurului se estimează 10610 afluenți și 61426 lacuri cu o suprafață de 10599 km^2 din care cele mai mari sunt Dalainor, în cursul superior al Argunului, și Hanka drenat de Ussuri, amândouă situate în China.

Cei mai importanți afluenți îi primește în cursul mijlociu, Zeia și Bureia, pe stânga, din Federația Rusă, și Sungarii și Ussuri, pe dreapta, din China. De la Habarovsk, Amurul curge prin Câmpia Nijneamur până la vărsarea în limanul Amur, La Nikolaevsk pe Amur, La trecerea prin Munții Hinganul Mare, înainte de Habarovsk, Amurul formează un defileu lung de 150 km.

Regimul de scurgere al Amurului este influențat puternic de climatul musonic. În perioada musonului de vară-toamnă sunt asigurate două treimi din cantitatea de apă ce se scurge și destul de puțin din topirea zăpezilor. Variațiile de nivel ca urmare a acestor influențe sunt de 10-15 m, în cursul superior și mijlociu și de 6-7 m în cel inferior.

BCU IAȘI / CEI TRAIAN UNIVERSITY LIBRARY

În zona de vărsare fluxul şi refluxul se manifestă cu amplitudini de 1,5 - 2,6 m. Tot aici inundaţiile se desfăşoară pe 1-25 km lăţime timp de 70 zile. Debitul mediu este de 868 m^3/s la formarea Amurului (Pokrovka), 7549 m^3/s la Habarovsk şi 10.800 m^3/s (343 km^3/an) la vărsare. Cantitatea de aluviuni transportată este estimată la 41000 tone în 24 ore.

Amurul are un potenţial hidroenergetic apreciabil (45 milioane KW din care tehnic amenajabil 15 milioane KW). Până în prezent s-au construit câteva baraje pe afluenţi, din care cel mai mare este cel de pe Zeia (112 m înăţime, 68,4 km^3 volum apă şi 2740 km^2 suprafaţa lacului, fiind al 14-lea ca volum din lume) dat în folosinţă în 1975.

Apele Amurului sunt bogate în peşte cu o mare varietate de specii (99) ocupând primul loc în Federaţia Rusă în producţia piscicolă. Câmpia joasă de la confluenţa râurilor Sungari şi Ussuri şi până la vărsare în Marea Ohotsk este deosebit de fertilă în condiţiile climatului musonic mai blând, constituind un adevărat grânar al Federaţiei Ruse din Extremul Orient. În bazinul fluviului Amur se găsesc importante zăcăminte de cărbuni, minereu de fier, aur, grafit, tungsten, plumb, la care se mai adaugă pădurea care furnizează lemn şi blănuri scumpe.

Râul reprezintă o importantă magistrală pentru navigaţie care se practică pe întregul său curs. Cele mai importante porturi sunt: Pokrovka (la unire dintre Argun şi Silka), Blagoveşensk în cursul mijlociu faţă în faţă cu Heine din China, Habarovsk (cel mai mare).

Terek (623 km lungime, 43200 km^2 suprafaţa bazinului)

Unul din râurile nord-caucaziene care izvoreşte de sub unul din cele mai înalte vârfuri - Kazbek (5047 m), versantul sudic. Străpungerea lanţului Caucazului Mare, spre nord, dă posibilitatea unei legături directe între oraşele Tbilisi, capitala Gruziei şi Vladikavkaz, capitala Republici Severo - Osetinskaia (drumul vechi Voenno - Gruzinskaia).

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În aval de Vladikavkaz, într-o regiune piemontană bine conturată, Terek primește mai mulți afluenți sub formă de evantai. La contactul dintre piemont și câmpie (Stepa Nogaiskaia), râul își schimbă direcția spre est, către Marea Caspică, în care se varsă mai multe brațe care închid o deltă în suprafață de circa 4000 km^2. Dintre afluenții mai importanți menționăm pe Malka, pe stânga, în cursul superior și Sunza, pe dreapta, în cursul inferior, aceștia la rândul lor cu mai mulți tributari.

Alimentarea Terekului se face în proporție de 70% din ghețari și zăpezi, fapt ce determină ca apele mari să se producă în iulie-august, iar cele mici în timpul iernii (februarie).

Debitul mediu al Terekului la Vladikavkaz (cu 530 km înainte de vărsare) este de 34 m^3/s iar la 16 km înainte de împrăștiere în brațele deltei este de 305 m^3/s. Cantitatea de aluviuni transportată este de 400-500 g/m^3 (20 - 26 milioane tone/an). Apa Terekului este folosită la irigații, construindu-se în acest sens canalul Tersko-Kuminsk. De asemenea, sunt construite și câteva hidrocentrale în regiunea muntoasă și piemontană.

Tarim (2030 km lungime, 951500 km^2 suprafață)

Atât râul Tarim cât și depresiunea lacustră Lob Nor se individualizează ca un bazin endoreic (fără scurgere spre Oceanul Planetar). Datorită climatului arid rețeaua hidrografică este în cea mai mare parte dezorganizată. În condiții climatice normale, depresiunea Takla Makan, situată între lanțurile muntoase Kuenlun la sud, Tianșan la nord și Podișul Pamir la vest, ar fi drenată spre est, în final, de un singur colector.

În prezent, ca urmare a deșertificării depresiunii Takla Makan și predominării reliefului de dune, toate râurile care coboară din munți se pierd la contactul cu deșertul. Excepție face sistemul hidrografic Tarim care reușește nu în fiecare an sau în tot timpul anului, să colecteze o serie de afluenți și să parcurgă prin partea nordică întregul deșert până în depresiunea Lob Nor, ocupată în centru de un lac sau mai multe suprafețe lacustre.

BCU IAȘI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tarimul propriu-zis se formează din unirea, în dreptul localităţii Galdir Aral, a afluenţilor Yarkand şi Ak Su, primul venind din Kuenlun şi al doilea din Tianşan. Atât înainte cât şi după confluenţa celor două râuri, aproape că nu se poate vorbi de o singură albie de râu ci de mai multe, care se unesc şi se desfac, se intersectează, un adevărat păienjeniş de albii de regulă seci şi funcţionând numai la ape mari. De asemenea, şi locul de vărsare este incert, râul sau albiile lui ajung uneori până spre depresiunea centrală lacustră, alteori se pierd în ochiuri de apă sau mlaştini sărate răzleţe. De altfel şi lacul Lob Nor are o poziţie incertă în cadrul depresiunii, fapt ce i-a atras şi denumirea de "lacul rătăcitor".

Majoritatea albiilor care au apă temporară, unele care ajung în lac, poartă denumirea comună de "daria" care în dialectul local înseamnă "râu mare". Împreună cu Tarim mai ajunge distinct în depresiunea Lob Nor şi Konchedaria (Konche Daria), iar din partea sudică de la baza Munţilor Kuenlun, Kerchen, care se opreşte într-o depresiune secundară ocupată de lacul Karaburankël (Kara Buran Köl).

Tarimul este alimentat din zăpezi şi ploi în cursul superior, spre obârşie contribuind la aceasta şi gheţarii. Apele mari se produc în intervalul mai-septembrie şi ponderea cea mai mare o are afluentul Ak Su (70-80% din volum). Debitul Tarimului se diminuează treptat ca urmare a pierderilor prin infiltraţie, evaporaţie şi, îndeosebi, prin irigaţii. La ape mici debitul se estimează la 75 m^3/s, dar variaţiile sunt foarte mari, debitul maxim ajungând la 2500 m^3/s, iar în perioadele uscate rămâne fără apă. Regiunea a fost explorată de N. M. Prjevalski în 1876, în special deşertul Takla Makan şi lacul Lob Nor (Kara - Koşun în chineză).

3.8.6. ZONA RECE

3.8.6.1. CONSIDERAŢII GENERALE

Această zonă se desfăşoară în spaţiile circumpolare în cele două emisfere, cu precădere în cea boreală, începând de la paralelele 60-65°, având nuanţe diferite

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

în funcţie de poziţia regiunilor, la marginea continentelor sau în interiorul acestora, sub influenţa curenţilor calzi sau reci oceanici. Regiunile fiind sub influenţa maselor de aer polar, valorile medii termice ale aerului sunt în jur de 0^0C, fapt ce favorizează procesul de îngheţ 6-7 luni.

În această zonă se desfăşoară râurile din nordul Siberiei şi Canadei, unele în întregime în acest spaţiu ca: Torne în peninsula Scandinavă, Peasina, Hatanga, Oleonok, Iana, Anabar în Siberia şi altele prin cursurile inferioare ca: Yukon, Mackenzie în America de Nord, Ienisei, Lena, Indighirka, Kolîma în Asia.

În Antartica, Arhipelagul Arctic Canadian, Groenlanda, Arhipelagul Spitzbergen şi alte insule arctice, datorită condiţiilor climatice polare, există o reţea hidrografică temporară la marginea calotelor de gheaţă, în perioada scurtă de vară, reţea care practic nu figurează pe hărţile actuale de interes general.

Regimul de scurgere al râurilor din zona rece, respectiv ale organismelor hidrografice bine conturate se înscriu în regimul nival de câmpie pur şi în regimul pluvio-nival cu îngheţ intens.

Astfel, la aceste râuri se remarcă o creştere bruscă în perioada topirii zăpezilor, când se scurge şi cea mai mare cantitate de apă. Pe Lena la Kiusur în 1951-1952 în intervalul de 3 luni (iunie - august) s-au scurs 71,5% din volumul de apă şi numai 7,7 % în intervalul noiembrie-mai. Descreşterea nivelurilor şi respectiv a debitelor este mult mai lentă în comparaţie cu faza de creştere. Modulul specific este mic datorită şi precipitaţiilor reduse (între 4,5 şi 9 l/s.km^2 la râurile Hatanga, Anabar, Oleneok, Taimîr, Peasina).

În Canada arctică, ponderarea scurgerii este bine evidenţiată datorită numeroaselor lacuri drenate de râuri.

Perioada lungă de îngheţ face ca scurgerea în timpul iernii să fie extrem de redusă în comparaţie cu sezonul de vară. Râul Viliui, afluent pe dreapta al Lenei are între 4 şi 12 m^3/s în intervalull decembrie-aprilie şi 58.000 m^3/s în iunie. Iarna la Verhoiansk are între 0 şi 9 m^3/s din noiembrie până în aprilie şi 590 m^3/s în lunile de vară. Indighirka la Krest Major îngheaţă total timp de 6 luni pe an din noiembrie până în aprilie.

BCU ASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pe râurile mici scurgerea apei în vara scurtă polară apare şi dispare tot atât de brusc, cauza fiind permafrostul (îngheţul veşnic al solului) care la topirea zăpezii apa nu se poate infiltra în sol şi deci se scurge repede.

Se poate spune că temperatura aerului, zăpada şi permafrostul sunt trei factori care controlează regimul scurgerii nivale.

A. Pissart (1977, după I. Ichim 1980 - Hipercontinentul îngheţului veşnic) face următoarele observaţii asupra scurgerii în zona rece cu îngheţ veşnic:

- topirea zăpezii se face în etape, progresiv sub acţiunea radiaţiei solare, unde aceasta este acoperită cu praf eolian chiar dacă temperatura este sub 0°C;

- apa topită în prima fază se infiltrează în zăpadă şi se scurge la limita solului îngheţat, apoi are loc o scurgere pe zăpadă formându-se chiar albii pe acest strat care noaptea îngheaţă;

- când apa ajunge în albia adevărată ea este încărcată şi cu zăpadă şi se deplasează încet.

Datorită scurgerii subnivale, apa se încarcă cu aluviuni, fapt ce determină un grad mai mare de turbiditate în comparaţie cu râurile de la latitudini medii (temperate).

3.8.6.2. BAZINE HIDROGRAFICE CU REGIM HIDROLOGIC COMPLEX

Lena (4400 km lungime, 2425000 km^2 suprafaţă)

Este al doile râu ca mărime în Federaţia Rusă, după Enisei (dacă se ia în considerare pentru aceasta lungimea pe Angara şi Selenga), bazinul său desfăşurându-se în Siberia şi anume în regiunea Irkuţk.

Izvorăşte de la circa 30 km distanţă de lacul Baikal (partea centrală) din Munţii cu acelaşi nume de la altitudinea de 930 m, străbate munţii Pribaikaliei şi Aldanului, Podişul Siberiei Centrale şi se varsă în Marea Laptev - Oceanul Arctic, printr-o vastă deltă. Cursul superior străbate Podişul Lena-Angarsk cu înălţimi de 1000 m în care valea este îngustă, adâncă şi meandrată. Aici este inima taigalei siberiene. Valea ajunge uneori la 200 m lăţime, îngustările fiind

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

numite şceoiki, cea mai renumită fiind Pianîibîn, la 237 km aval de oraşul Kirensk, unde primeşte din dreapta primul mare afluent - Kirenga.

Cel mai mare afluent, tot din dreapta, care vine din partea sud-estică a lacului Baikal este Vitim cu lungime mai mare decât a Lenei la confluenţă. După acesta urmează Oleokma, tot din dreapta, după care Lena intră într-o depresiune în care se găseşte oraşul Iakuţk şi unde primeşte un alt afluent de pe aceeaşi parte - Aldan. În această secţiune mijlocie valea se lărgeşte mult până la 30 km iar albia la 2 km.

După confluenţa cu Aldan, Lena intră în câmpia joasă care are aspectul unui imens culoar pe mai mult de 1500 km lungime, între Podişul Siberiei Centrale, în vest şi Munţii Verhoiansk, în est. Albia râului se desface în numeroase braţe secundare iar valea este mlăştinoasă, cu lacuri şi cursuri părăsite. Versantul drept este mai înalt iar afluenţii sunt scurţi şi repezi, în comparaţie cu cei din stânga în care pe sute de kilometri curg printr-o regiune mlăştinoasă. Ultimul afluent important după Aldan, dar pe stânga este Viliui ce are izvorul în Podişul Siberiei Centrale în apropierea obârşiei Tunguscei Inferioare.

La vărsare, Lena formează o deltă clasică, triunghiulară, în suprafaţă de 30000 km^2 şi în care fluviul se desface în circa 150 braţe. Dintre acestea, braţul Trofimovsk este cel mai mare, transportând 79% din debitul de apă, după care urmează Bîkovsk, pe care se face navigaţia, lung de 106 km şi Olenioksk în extremitatea vestică.

Lena are un regim de scurgere ce se caracterizează prin ape mari provenite din topirea zăpezilor care are loc la sfârşitul primăverii şi începutul verii. Volumul de apă provenit din zăpezi este de 50% după care urmează cel din ploi. Alimentarea subterană este redusă (1-2%) din cauza îngheţului permanent al solului în cursul mijlociu şi inferior, în apropiere găsindu-se şi polul frigului din emisfera nordică, Oimiakon. Datorită topirii zăpezilor în cursul superior si a persistării podului de gheaţă pe unele porţiuni în cursul inferior, se produc creşteri exagerat de mari ale nivelului apelor, care ajunge la 18 m.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Debitul mediu la vărsare este apreciat la 17000 m^3/s, iar cel minim la 366 m^3/s şi care se produce în timpul iernii datorită reţinerii apei în stratul de zăpadă şi în podul de gheaţă. Debitul maxim este apreciat, cu totul informativ, la 200000 m^3/s. Debitul mediu sporeşte treptat din amonte spre aval astfel: 480 m^3/s la confluenţa cu Kirenga, 1700 m^3/s la cea cu Vitim, 4500 m^3/s la cea cu Oleokma, 6800 m^3/s la cea cu Aldan şi 12100 m^3/s la cea cu Viliui.

Turbiditatea apei este foarte mică (50-60 g/m^3) iar cantitatea de aluviuni transportată de numai 12 mil. tone/an datorită rocilor dure, gradului mare cu acoperire cu păduri în zona muntoasă şi îngheţului permanent al solului în cursul mijlociu şi inferior. Tot ca urmare a climatului rece râul este îngheţat 6-7 luni în cursul superior şi 7-8 luni în cel inferior.

Obi (3650 km lungime sau 5410 km de la izvoarele lui Irtîş, 2990000 km^2 suprafaţă, inclusiv suprafaţa fără scurgere de 528000 km^2)

Este al treilea râu ca mărime din Rusia după Enisei şi Lena, care drenează împreună cu afluenţii săi Câmpia Siberiei de Vest, joasă şi mlăştinoasă în cea mai mare parte a ei (85% din suprafaţa bazinului se găseşte în câmpie).

Obi propriu-zis se formează din unirea a doi afluenţi ce izvorăsc din Munţii Altai - Biia şi Katun, şi care se unesc în dreptul oraşului Biisek din ţinutul Altaisk. La poalele munţilor, spre nord, între marile artere hidrografice Obi, Irtîş, Isim şi Tobol se invividualizează areale cu climat arid şi fără scurgere exterioară (suprafeţe endoreice) cum ar fi stepa Barabinsk şi Kuludiană.

Bazinul fluviului cu circa 150000 râuri este situat pe mai multe zone geografice, de la pustiuri în sud, la pădurea turboasă, greu de pătruns şi la tundră, în nord. Panta de scurgere este foarte mică. Astfel, la Biisk altitudinea este de 200 m, la confluenţa cu Tomi 67 m iar pe circa 2500km scade doar cu 65 m. Acest fapt determină ca râul să aibă numeroase meandre şi despletiri de curs.

În cursul superior Obi, până la confluenţa cu Tomi, considerat în zona muntoasă, primeşte câţiva afluenţi importanţi ca Ciumîş şi Inia pe dreapta,

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Pescianaia, Anui, Ciorîş, Alei pe stânga, care contribuie la conturarea unui mare râu. În amonte de oraşul Novosibirsk s-a construit în 1959 lacul de acumulare numit Marea Obi cu o suprafaţă de 1070 km^2 şi un volum de 8,85 km^3. La confluenţa cu Tomi, valea se lărgeşte, ajungând la 20 km.

În cursul mijlociu, până la confluenţa cu Irtîş - cel mai mare afluent, valea se lărgeşte treptat ajungâd la 30-50 km iar lunca la 20-30 km. De fapt, este greu să se diferenţieze lunca de vale şi valea de câmpie, deoarece întreaga regiune este joasă, cu numeroase lacuri şi mlaştini. În acest sector cei mai mari afluenţi îi primeşte din dreapta - Tomi, Ciulîm, Keti, Tîm, Vach, Tromiegan, Liamin, Nazîm, în comparaţie cu cei din stânga - Segarka, Taia, Parabeli, Vasiugan, Bolişoi, Iguan, Bolişoi Salîm.

După confluenţa cu Irtîş la Cianti Mansiisk, Obi parcurge cursul inferior până la vărsare în Golful Obi (Obskaia Guba) cu o vale largă uşor asimetrică - partea stângă mai joasă şi se îngustează la trecerea aliniamentului morenic numit Sibirskie Uvali. De la această îngustare valea se lărgeşte din nou şi fluviul se despleteşte în mai multe braţe formând înainte de vărsare o deltă în suprafaţă de 4000 km^2. Braţele principale din deltă sunt Hamenelskaia şi Nadîmskaia, ultimul este cel mai mare şi pe care se practică navigaţia. Golful Obi, de la delta fluviului şi până la Marea Kara se întinde pe aproape 1000 km, cu o lăţime de 100 km.

Sursa de alimentare principală este din zăpezi pentru întregul bazin, atât în zona de munte cât şi spre vărsare, în zona de tundră. Apele mari se produc primăvara şi la începutul verii când se scurge 60-70 % din volumul anual. De regulă apele mari încep să se producă în cursul superior, în prima parte a lunii aprilie, în cursul inferior în prima parte a lunii mai. Nivelurile apei cresc ca urmare a blocajelor de gheaţă sau a revărsării apelor din cursul superior şi mijlociu peste podul de gheaţă din cursul inferior.

Obi este renumit prin inundaţiile mari care se produc ca urmare a acestei situaţii. Amplitudinile de nivel cresc de la 5 m în cursul superior, 7 m la confluenţa cu Irtîş, 10 m în cursul inferior şi 5 m la vărsare. Debitul mediu este

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

de 1470 m^3/s la Barnaul, în cursul superior şi de 12300 m^3/s la Salehard în apropiere de vărsare. Debitul maxim este de 9690 m^3/s şi respectiv 42800 m^3/s. Având în vedere faptul că temperatura medie a aerului scade progresiv de la sud spre nord, fenomenul de îngheţ pe fluviu în cursul superior se accentuează în acelaşi sens, fiind de 150 zile îngheţ pe fluviu în cursul superior şi de 220 zile în cel inferior.

Datorită energiei mici de relief în cea mai mare parte a bazinului (exceptând zona muntoasă) şi predominarea peisajului mlăştinos, turbiditatea apei este redusă (între 40-160 g/m^3) fapt ce determină ca volumul de aluviuni la acest bazin imens să fie de numai 50 mil. tone/an.

Potenţialul hidroenergetic apreciat de 250 miliarde KW/h este valorificat până în prezent doar prin trei hidrocentrale mari - Novorosinsk pe Obi, Buhtarminsk şi Usti-Kamenogorsk pe Irtîş. Obi reprezintă o importantă magistrală de transport pe apă dar pe o perioadă de numai 190 zile, în cursul superior, şi de 150 zile, în cel inferior, dintr-un an.

Indighirka (1726 km lungime , 360000 km^2 suprafaţă)

Unul din râurile situate în Extremul Orient, Federaţia Rusă, pe Cercul Polar de Nord şi unde s-a înregistrat cea mai scăzută temperatură din emisfera nordică (Oimiakon -79°C). Se formează prin unirea a două râuri Tarîn Iuriah şi Halkan, ce izvorăsc de pe versanţii nordici ai Munţilor Halkansk. Străbate Podişul Oimiakon, unde primeşte o serie de afluenţi (Kuidusun, Kuente, Eligi) ca apoi să traverseze lanţul muntos Cersk cu o vale foarte întortocheată, îngustă şi adâncă, unde râul are viteză de scurgere mare (4m/s).

În interiorul acestui sector primeşte, pe dreapta, afluentul Nera, în dreptul localităţii Usti Nera. După ieşirea din Munţii Cersk, râul curge prin depresiunea tectonică Moma - Selenniahsk unde valea se lărgeşte dar nu pentru o mare distanţă, deoarece se angajează în traversarea culmii muntoase Momskii având din nou praguri şi defilee. În această depresiune primeşte, din dreapta, pe Moma, iar după trecerea culmii Momskii, într-o vastă depresiune cu lacuri şi

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

mlaştini adună numeroşi afluenţi într-un veritabil nod hidrografic, numită depresiunea Abiisk. Dintre afluenţii mai mari menţionăm pe Selenniah şi Uiandina pe stânga, şi Bediarih, pe dreapta. Albia râului este puternic meandrată şi cu lăţimi de 350-500 m.

La 130 km distanţă de vărsare, în Marea Siberiei de Est, râul se desface în mai multe braţe din care Ruskie, Ustie, Strednîi - cele mai mari - şi Kolimskii, delimitează o deltă în suprafaţă de 5500 km^2. Datorită climei foarte reci, solul din cea mai mare parte a bazinului este îngheţat permanent (permafrost, merzlotî). râul pe alocuri îngheaţă total, cum este Krest Maior în depresiunea Abiisk şi la Ciocurdah înaite de a începe delta. Scurgerea cea mai mare 52% se produce vara iar iarna doar 1%. De regulă, râul este îngheţat din octombrie şi până la începutul lunii iunie (adică 8 luni).

Debitul mediu la Usti Nera este de 428 m^3/s, cel maxim de 10600 m^3/s, iar la Vorontov, în apropiere de vărsare, este de 1570 m^3/s şi respectiv 11500 m^3/s. Cantitatea de aluviuni transportată este mică (13,7 mil. tone/an) datorită solului îngheţat şi rocilor dure din zona muntoasă. Amplitudinea de variaţie a nivelului este mare (7-11 m) şi se datoreşte topirii zăpezilor în mai-iunie în cursul superior şi a persistării gheţii pe râu în cel inferior.

Cursul superior şi mijlociu se desfăşoară în zona taigalei cu păduri bogate care oferă material lemnos şi animale pentru blănuri, iar cursul inferior intră în zona tundrei. Navigaţia este limitată la 3-4 luni pe an din cauza îngheţului. Râul are un potenţial hidroenergetic bogat, dar încă nevalorificat şi numeroase specii de peşti, în special în cursul inferior.

Mackenzie (1600 km lungime sau 4250 km de la izvoarele râului Peace, 1804000 km^2 suprafaţă)

Este al doilea sistem hidrografic ca mărime din America de Nord, după Mississippi - Missouri. Râul propriu-zis izvorăşte din lacul Great Slave (Lacul Sclavilor) şi se varsă în Oceanul Arctic. Având în vedere că acest lac se leagă prin râul Slave cu lacul Athabaska şi în aceasta vin doi afluenţi - Peace şi

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Athabaska - lungimea arterei hidrografice şi bazinul de drenaj ca atare, ca şi în cazul sistemului Mississippi - Missouri, se măresc foarte mult.

Mackenzie, după ieşirea din lacul Great Slave străbate o porţiune de câmpie mlăştinoasă care reprezintă fundul unei depresiuni lacustre colmatate, apoi valea se îngustează la trecerea prin culmile muntoase McConell (1443 m), în partea dreaptă, şi Canyon, în stânga, ce aparţin de Munţii Stâncoşi şi din dreapta emisarul lacului Great Bear (Lacul Urşilor).

Deşi râul parcurge o regiune de podiş cu o structură veche-precambriană, valea este mult lărgită sub forma unei câmpii aluviale în care râul are o albie minoră lată cu multe ostroave nisipoase. Doar în amonte de Fort Good Hope râul formează cascada Sans Sault. După străpungerea ultimei bariere în cadrul înălţimilor de podiş râul parcurge o câmpie litorală de forma unui golf în care s-a dezvoltat şi delta în suprafaţă de 12000 km^2. Regiunea străbătută de fluviu este bine împădurită cu conifere deşi este situată pe Cercul Polar.

Regimul de scurgere al râului este specific regiunilor polare: cu poduri de gheaţă care durează 8-9 luni de zile în cursul inferior şi 7-8 luni în cursul superior. Debitul mediu al fluviului Mackenzie la vărsare este apreciat la 11320 m^3/s (cel maxim la 26800 m^3/s), aici intrând apele transportate de Athabaska în lacul cu acelaşi nume, de Peace şi apoi de Slave care drenează bazinul lacustru Athabaska, iar în cursul mijlociu pe cele ale Lacului Urşilor (Fig. 3.102).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

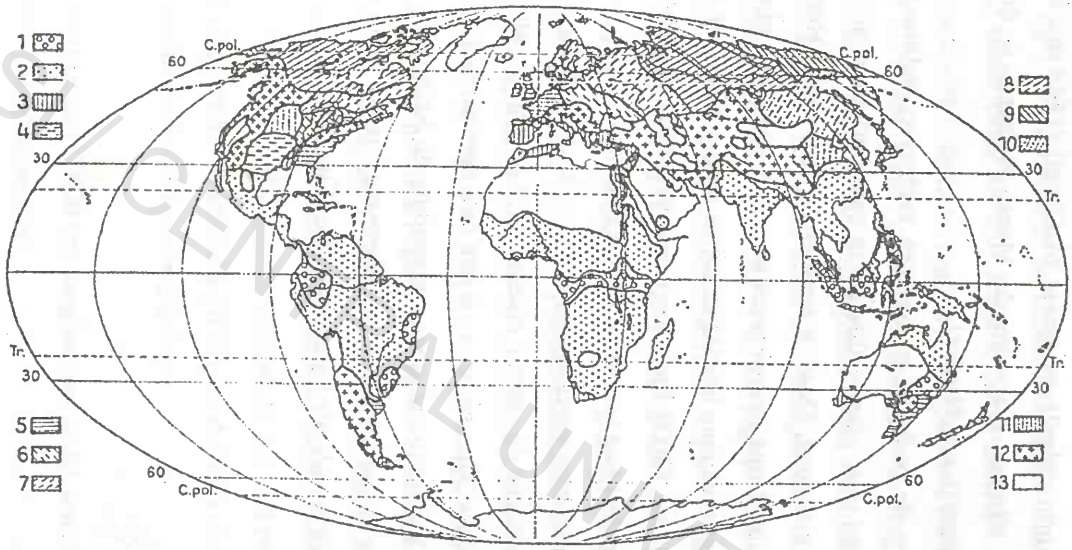


Fig. 3.102 Schița repartiției regimului râurilor pe Terra (după A. Guilcher, 1979)

1, intertropical (ecuatorial), cu două maxime foarte ponderate; 2, tropical cu un maxim; 3, mediteranean și submediteranean (parțial influențat de zăpezi); 4, pluvial subtropical texan (S.U.A.); 5, pluvial oceanic; 6, pluvio-nival și nivo-pluvial de câmpie; 7, nival de câmpie atenuat (un maxim mic secundar în toamnă); 8, nival pur de câmpie (un singur maxim); 9, pluvio-nival cu îngheț intens; 10, pluvio-nival musonic; 11, musonic stepic (cu influențe nivale ușoare) și kansian (S.U.A.); 12, cu influențe glaciare sau nivale montane; 13, fără scurgere permanentă.

BIBLIOGRAFIE

Alekin, O., (1954), *Hidrochimia*, Institutul de documentare tehnică, Bucureşti (traducere din limba rusă) *Osnovî ghidrohimii*, Ghidrometeorolighicescoe izdatelstvo, Leningrad, 1953;

Diaconu, C. (1988), *Râurile de la inundaţie la secetă*, Ed. Tehnică, Bucureşti;

Diaconu, C., Lăzărescu,D. (1965), *Hidrologia*, Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti;

Diaconu, C., Şerban, P. (1994), *Sinteze şi regionalizări hidrologice*, Ed. Tehnică, Buc.;

Drobot, R. (1990), *Hidrologie. Teoria sistemelor şi modelare matematică*, Instit. de Constr. Bucureşti;

Gâştescu, P. (1990), *Fluviile Terrei*, Ed. Sport - Turism, Bucureşti;

Gâştescu P. (1972), *Romania's waters and their potential*, Rev. Roum. Géol, Géophys., Géogr., Géographie, T.16, no.1 (în colab. Ariadna Breier);

Guilcher, A. (1979), *Précis d'hydrologie-marine et continentale*, Ed. Masson, Paris;

Ichim, I., Bătucă, D., Rădoane, Maria, Duma, D. (1989), *Morfologia şi dinamica albiilor de râuri*, Ed. Tehnică, Bucureşti

Lăzărescu, D. Panait, I., (1957), *Tipurile de regim ale râurilor din R.P.R.;* Meteorologie şi hidrologie, nr. 4;

Lvovici, M. I.(1945), *Elementî vodnogo rejima rek zemnogo şara*, Gidrometizdat, Moscva;

Pardé, M. (1969), *Fleuves et Rivieres*, Librairie Armand Colin, Paris;

Pişota, I. Buta,I.(1983), *Hidrologie*, Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti;

Romanescu, Gh. (1996), *Hidrologie generală*, Univ. "Ştefan cel Mare", Suceava

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Roşca, D. (1959), *Hidrologie agricolă*, Ed. Agro-Silvică, Bucureşti;

Sorocovschi, V.,Buta,I. (1994), *Hidrometrie*, (măsurători şi calcule hidrologice), Univ. "Babeş-Bolyai" Cluj-Napoca;

Stănescu, V. Al., (1995), *Hidrologie urbană*, Program Tempus "Sciences de l'eau et environnment", Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti;

Şerban,P. (1995), *Modele hidrologice deterministe*, Program Tempus "Sciences de l'eau et environnment", Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti;

Şerban, P. Stănescu, V.Al., Roman,P.(1989), *Hidrologie dinamică*, Ed. Tehnică, Bucureşti;

Trufaş, V.(1975), *Hidrochimie*, Tipografia Universităţii Bucureşti;

Ujvari, I. (1957), *Alimentarea Râurilor din R.P.R.*, Meteorologie şi hidrologie, nr. 1;

Ujvari, I(1972), *Geografia apelor României*, Ed Ştiinţifică, Bucureşti;

Ujvari, I. Gâştescu, P. (1958), *Evaporaţia apei de la suprafaţa lacurilor din R.S.R.*, Meteorologie şi hidrologie, nr. 1;

Voeikov, A.J.(1954), *Klimatî zemnogo şara*, A.N.S.S.S.R., Leningrad;

Zăvoianu, I. (1978), *Morfometria bazinelor hidrografice*, Ed. Acad. R.S.România, Bucureşti;

Zăvoianu,I. (1988), *Râurile-bogăţia Terrei*, Ed. Albatros, Bucureşti;

* * * (1983), *Geografia României*, vol I, Geografia fizică, Ed. Acad. R.S.România, Bucureşti.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

PARTEA A PATRA

GLACIOLOGIE

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

4.1 INTRODUCERE

Gheaţa reprezintă o importantă resursă de apă, o parte semnificativă a hidrosferei şi o componentă a ciclului hidrologic. Aproximativ 80% din resursele de apă potabilă (apă dulce) de pe Terra se găsesc în formele de gheaţă. Lacurile îngheţate, gheaţa de pe râuri, apa subterană sub formă de gheaţă, deşi reprezintă un procent mic, în schimb, joacă un rol important în hidrologia unui teritoriu.

Hidrologia apei îngheţate este o ramură tânără, dar pune multe probleme fundamentale care trebuie studiate.

Cea mai mare parte a gheţii rămâne stocată de la un an la altul, răspunzând numai variaţiilor climatice de lungă durată.

Studiul tuturor aspectelor legate de gheaţă constituie obiectul glaciologiei. În accepţiunea americană glaciologia este restrânsă numai la studiul gheţarilor. Uneori există şi o înţelegere diferită a ramurii care se ocupă de gheaţă şi anume criologia. Dar criologia se ocupă de fenomenele (procesele) fizico-geografice legate de îngheţ. Criologia studiază, într-un termen savant, criosfera care este învelişul discontinuu al suprafeţei terestre situat la interferenţa atmosferei, hidrosferei şi litosferei.

Răspândirea gheţarilor şi a gheţii perene. Permanent, gheaţa ocupă o mare suprafaţă (strat, înveliş) în Antarctica, Groenlanda şi alte insule arctice, multe circuri şi văi la mari altitudini şi latitudini, ca gheaţă subterană în regiunile cu îngheţ veşnic (permafrost) şi în regiunile polare ca gheaţă flotantă (Antarctica, Arhipelagul Arctic Canadian, Groenlanda, Spitzbergen, Novaia Zemlea etc.).

Volumul de apă stocat în gheaţă şi în deosebi în calotele glaciare este foarte mare. Astfel, ca urmare a cercetărilor întreprinse în Antarctica se estimează un volum de $30 \cdot 10^6$ km^3, reprezentând echivalentul precipitaţiilor căzute în 60 de ani pe suprafaţa întregii planete Terra. Topirea acestei calote glaciare Antarctice ar ridica nivelul Oceanului Planetar cu circa 100 m.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Suprafaţa totală acoperită cu gheaţă şi strat permanent de zăpadă pe Terra însumează 16.227.500 km^2 şi volumul de 24.064.100 km^3 reprezentând o grosime medie de 1463 m şi 1,74% din resursele mondiale de apă (sărate, dulci, subterane etc.) (Tab.4.1.).

Tabelul 4.1.

Repartiţia suprafeţei şi volumului de gheaţă

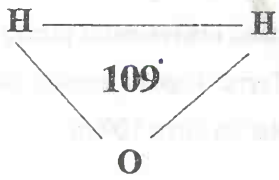
Unitatea teritorială	Suprafaţa (km^2)	Volumul (km^3)	Grosimea stratului de apă (m)	%
Antarctica	13.980.000	21.600.000	1546	1,56
Groenlanda	1.802.400	2.340.000	1298	0,17
Insulele arctice	226.100	83.500	369	0,006
Suprafeţele muntoase (circuri, văi etc.)	224.000	40.600	181	0,003
Total Terra	16.227.500	24.064.100	1463	1,74

Grosimea calotelor glaciare în cele două mari regiuni (teritorii) variază între 1000 şi 3000 m, în Groenlanda, şi între 500 şi 4000 m, în Antarctica (Fig. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4).

4.2 PROPRIETĂŢILE ŞI STRUCTURA GHEŢII

4.2.1. STRUCTURA CRISTALINĂ A GHEŢII

După cum este cunoscut, atomul de oxigen este situat între doi atomi de hidrogen, într-un unghi de 109° faţă de centrul moleculei. Aceste molecule se pot uni formând o reţea de cristale în care fiecare atom de hidrogen leagă doi atomi de oxigen. Acest tip de fixare se numeşte hidrogen legat (hydrigen bond) şi care caracterizează structura cristalelor de gheaţă.



BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 4.1 Rutele obișnuite ale aisbergurilor în Oceanul Arctic (după A. N. Strahler)

Fig. 4.2 Harta generală a insulei Groenlanda (după R.F. Flint "Glacial and Pleistocene Geology")

Fig. 4.3 Antarctica - grosimea calotei glaciare în metri
(din "Cartografia" de John P. Tremblay)

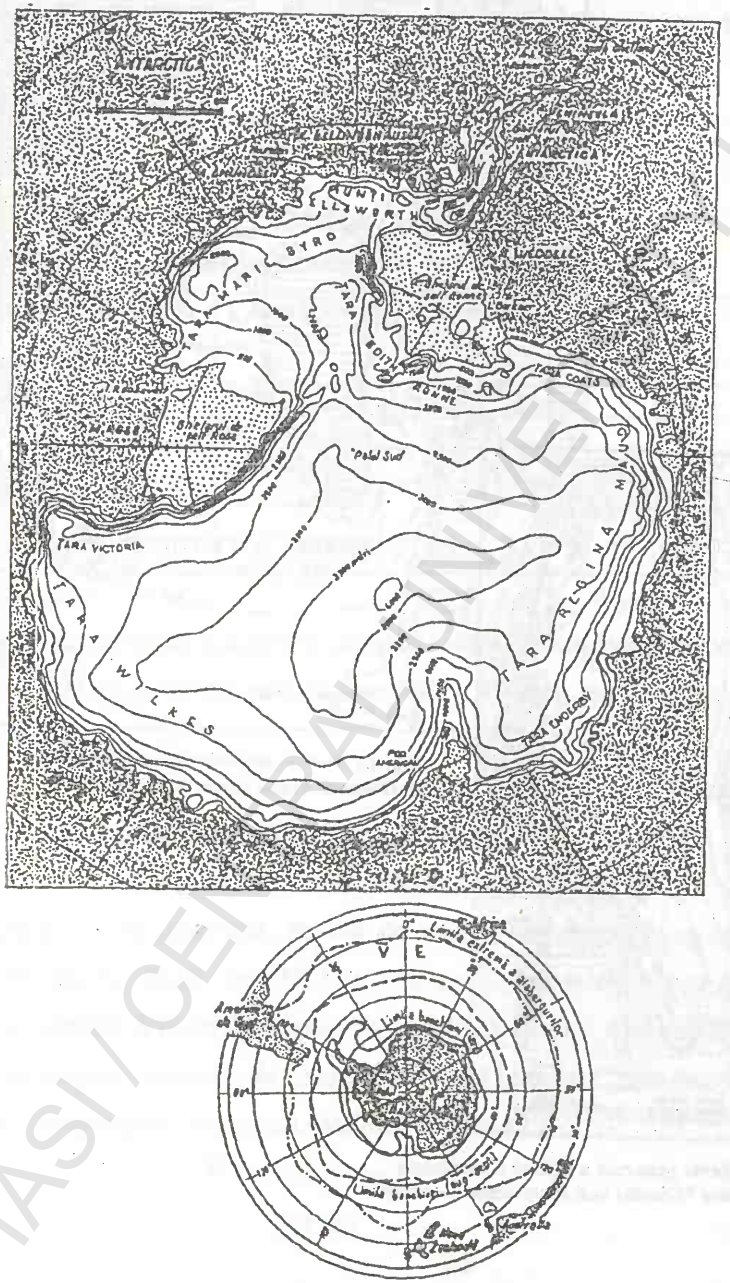


Fig. 4.4 Ghețarii marini din Antarctica (după A.N. Strahler)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Această structură este construită mai departe prin încreţire a stratelor (păturilor) de atomi. Privită în direcţia axei cristalografice care este perpendiculară pe strate, atomii par a fi aşezaţi hexagonal. Glisarea stratelor de cristale fără a distruge omogenitatea reţelei este numită glisare intercristalină. În procesul de topire a gheţii reţeaua se distruge parţial, permiţând o adunare (strângere) a moleculelor de apă, determinând ridicarea densităţii în raport cu cea a gheţii.

Gheaţa mai poate exista şi în alte structuri cristaline. Astfel, s-au identificat încă şapte structuri la presiuni ridicate dar nu în cantităţi vizibile.

4.2.2. UNELE PROPRIETĂŢI FIZICE ALE GHEŢII

Rezistenţa, elasticitatea şi plasticitatea gheţii depind de mărimea şi forma granulelor, de impurităţile conţinute, de rata de aplicare a stresului, de temperatură şi de orientarea reţelei cristaline.

Densitatea, porozitatea, permeabilitatea aerului, mărimea granulelor variază în funcţie de starea apei solide de la zăpadă proaspătă la gheaţă conform tabelului de mai jos (Tab. 4.2.)

Tabelul 4.2.

Proprietăţi fizice ale zăpezii şi gheţii

Tipul de zăpadă/gheaţă	Densitatea (g/cm^3)	Porozitatea (%)	Permeabilitatea aerului ($g/cm^2/s$)	Mărimea granulelor
Zăpadă nouă	0,01 - 0,3	99 - 67	> 400 - 40	0,01 - 5
Zăpadă veche	0,2 - 0,6	78 - 35	100 - 20	0,5 - 3
Firn	0,4 - 0,84	56 - 8	40 - 0	0,5 - 5
Gheaţă în gheţar	0,84 - 0,917	8 - 0	0	1 - >100

Ca proprietăţi termale menţionăm *căldura de fuziune* a apei spre gheaţă (79,8 cal/°C/g), *căldura specifică a gheţii* (0,506 la fiecare cal/°C/g),

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

conductivitatea termică ($54*10^{-4}$ cal/°C/s), *coeficientul linear de expansiune* la temperatura de topire ($52,710^{-6}$ pe grad centigrad).

Efectul sării . O mică cantitate de sare are un efect mare asupra proprietăţilor termice şi fizice ale gheţii.

În procesul de îngheţ, există o tendinţă de excludere a sării din gheaţă. În mod obişnuit gheaţa din apa mării are o salinitate de 0,3 - 0,5% iar cea cu o vechime mai mare de un an are numai 0,1% sare.

Aceste mici cantităţi de sare creează mari diferenţe în proprietăţile şi structurile dintre gheaţa proaspătă (dulce) şi cea sărată.

În mod normal, apa marină cu o salinitate de 3,25% începe să îngheţe la -1,8°C şi devine complet îngheţată la -53,9 °C.

În condiţiile apelor sărate, la începutul procesului de îngheţ salinitatea gheţii este mai mică în comparaţie cu cea a apei marine, dar pe măsura avansării îngheţului elementele (componentele) apei sărate sunt preluate de gheaţă.

În cazul unui proces de îngheţ rapid, de exemplu la o temperatură de -53 °C, în eşantionul de gheaţă se găsesc numai 6,3% sare solidă şi 93,7% gheaţă pură.

4.3.FORMAREA GHEŢII ÎN APĂ, ZĂPADĂ ŞI SOL

Formarea gheţii în scurgerea turbulentă se produce la o mică răcire a apei datorită turbulenţei şi pierderii căldurii de fuziune. În asemenea condiţii gheaţa începe cu dezvoltarea a numeroase cristale subţiri de forma discului.

În apele liniştite cristalele se dezvoltă mai întâi la suprafaţă, dar creşterea lor este relativ mai înceată în comparaţie cu apele turbulente unde acestea se dezvoltă pe toată adâncimea albiei. Sunt situaţii când cristalele de gheaţă se formează pe fundul apei (gheaţă ancoră) datorită pierderii căldurii prin substratul obiectului de apă.

4.3.1. TRANSFORMAREA ZĂPEZII ÎN FIRN ŞI APOI ÎN GHEAŢĂ

Zăpada nou căzută este albă, afânată, cu o densitate ce variază între 0,1 şi 0,3 g/cm^3. Pe măsură ce se îngroaşă stratul are loc un proces de tasare

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

(îndesare) însoţit de procese de topire locală. În acest sens, densitatea creşte de la 0,4 la 0,5 g/cm^3.

Prin procesul de îngheţ şi dezgheţ, recristalizare şi alte procese secundare se produce o compactare a stratului de zăpadă-gheaţă, numit névé sau firn. Se apreciază de către glaciologi că de la densitatea de 0,55 g/cm^3 în sus, depozitul de zăpadă se poate numi firn (névé).

Continuarea procesului de recristalizare şi reducerea spaţiilor dintre particulele de gheaţă şi deci eliminarea parţială a aerului, conduce la creşterea densităţii până la 0,82 - 0,84 g/cm^3 fază în care firnul trece în gheaţă. Gheţarii care au vârste mari, ajung la densităţi de 0,90 g/cm^3 aproape de densitatea teoretică a gheţii pure, care este de 0,917 g/cm^3.

În regiunile polare şi în cele muntoase înalte de la latitudini temperate şi chiar tropicale tranziţia de la zăpadă la gheaţă se face direct fără faza intermediară de firn (în anumite condiţii). Zăpada dintr-un an se topeşte şi formează un strat de gheaţă suprapus peste cel anterior încât analiza coloanei de gheaţă a profilului permite determinarea vârstei calotei glaciare sau a gheţarului de munte.

4.3.2. FORMAREA GHEŢII ÎN SOL (GHEAŢĂ SUBTERANĂ)

Este mai greu de studiat datorită mai multor variabile care concură dintre care patru sunt esenţiale: aerul, apa, gheaţa şi particulele de sol. Punctul de îngheţ al apei în sol este modificat datorită impurităţilor şi a mărimii particulelor de sol.

Datorită neomogenităţii solului şi a depozitelor litologice, procesul de îngheţ diferă. Astfel, într-un depozit afânat, îngheţul se realizează mai repede decât în rocile compacte.

În climatul rece, orizontul (stratul) de pământ îngheţat poate persista de la un an la altul, proces cunoscut sub denumirea de *permafrost* (îngheţ veşnic sau permanent) fiind extins în Alaska şi Siberia. Permafrostul cunoscut şi sub numele de pergelisol atinge grosimea de 150-300 m în arhipelagul Spitzbergen

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

şi chiar 400 m în Iakuţia (Federaţia Rusă). Permafrostul, care se comportă ca un strat impermeabil, controlează distribuţia apelor subterane.

4.4. DEFINIREA ŞI CLASIFICAREA GHEŢARILOR

Un gheţar poate fi definit ca un corp de gheaţă situat pe un anumit teritoriu rezultat din recristalizarea zăpezii sau a altor forme solide de precipitaţii.

Un gheţar, o masă de gheaţă, trebuie să îndeplinească trei condiţii: o suprafaţă unde zăpada sau gheaţa acumulată în exces se topeşte; o altă suprafaţă unde se acumulează zăpada sau gheaţa; să existe un transfer de masă prin procesul creep de la o regiune la alta (Fig. 4.5.)

Gheţarii se prezintă într-o gamă foarte variată de forme şi caracteristici.

În privinţa mărimii se înscriu de la cele mai mici mase de gheaţă (montane) la calotele glaciare polare (Antarctica, Groenlanda). Unii se găsesc în regiuni cu precipitaţii bogate asigurând o cantitate importantă de apă în alimentarea râurilor. Alţi gheţari se găsesc în regiuni aride unde sunt alimentaţi de câţiva mm de precipitaţii iar apa furnizată în procesul scurgerii este neglijabilă.

Această mare diferenţă în aspect, regim, caracteristici hidrologice poate fi ilustrată şi descrisă prin trei parametri - formă, temperatură şi activitate.

4.4.1. CLASIFICAREA DUPĂ FORMĂ (MORFOLOGIE)

După formă gheţarii se pot împărţii în trei grupe şi anume:

Gheţari care se extind continuu sub forma unor câmpuri (calotele glaciare) sau gheţari continentali (Antarctica, Groenlanda). Deplasarea acestor gheţari în toate direcţiile creează la margine, deasupra mărilor sau oceanelor abrupturi numite banchize din care se rup blocuri mari formând aisberguri ce sunt luate de curenţii marini şi transportaţi la mari distanţe.

Gheţarii de altitudine (montani) care se desfăşoară şi în afara zonei reci, în cea temperată şi tropicală sub forma gheţarilor de circ şi vale glaciară. În această categorie intră gheţarii din Munţii Alpi, Himalaia, Caucaz, Pamir,

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

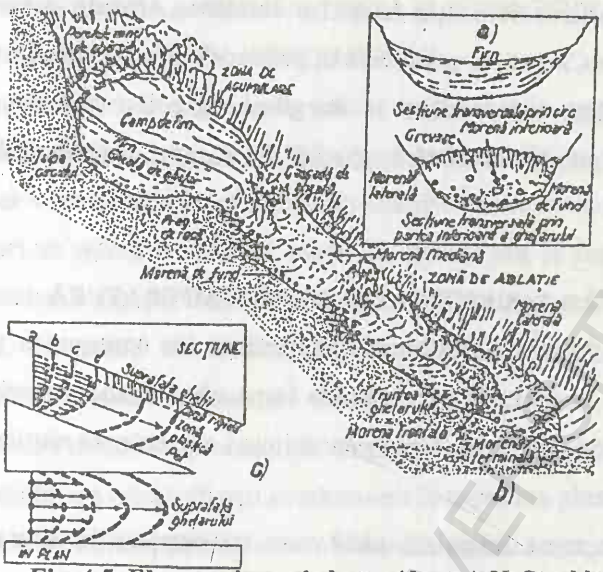


Fig. 4.5 Elementele unui gheţar (după A.N. Strahler)
a - în profil transversal; b - în profil longitudinal; c - repartiţia vitezelor de curgere în limba unui gheţar

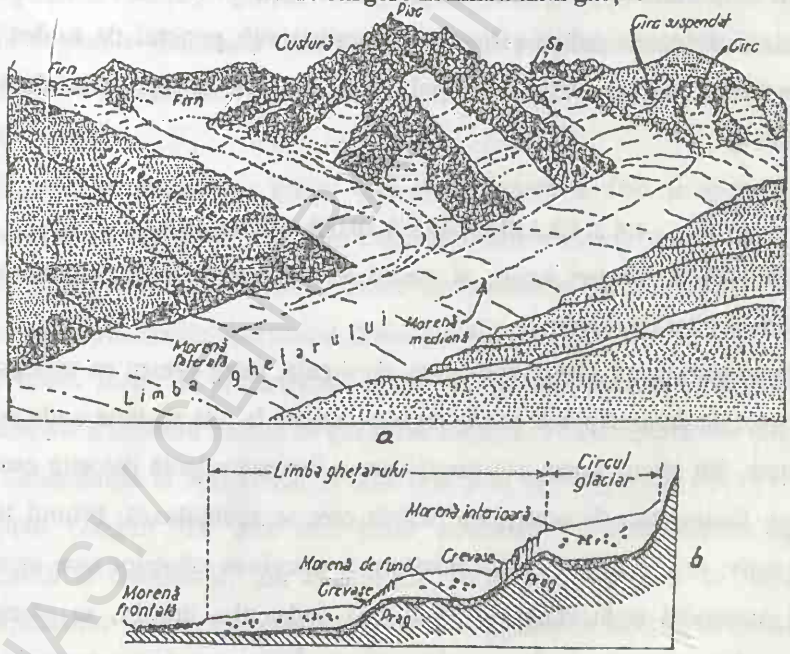


Fig. 4.6 Părţile componente ale unui gheţar alpin:
a - în plan; b - în profil (după I. Pişota şi I. Buta, 1983)

Kenia, Kilimandjaro, Stâncoşi, Anzi. De asemenea, urmele acestor tipuri de gheţari se văd în Carpaţi, ei persistând în perioadele glaciare din Cuaternar.

Gheţarii izolaţi, independenţi la marginea regiunilor glaciare, cum ar fi: gheţarii de piemont în SE Alaskăi, gheţarii de margine şi gheţarii de self. (Fig. 4.6)

4.4.2.CLASIFICAREA DUPĂ TEMPERATURĂ

Gheţarii din zona temperată unde temperatura lor corespunde punctului de topire a gheţii cu excepţia perioadei de iarnă când stratul superior îngheaţă. Aceşti gheţari (Scandinavia, Alpi, Stâncoşi etc.) alimentează râurile în procesul scurgerii lichide.

Gheţarii din zona subpolară când vara temperatura la suprafaţă este la punctul de topire contribuind la alimentarea râurilor dar în procente reduse (gheţarii din sudul calotei glaciare din Groenlanda).

Gheţarii din zona polară care au temperatura sub punctul de îngheţ pe o grosime mare şi care nici în timpul "verii" nu au loc procese de topire (Antarctica).

4.4.3. CLASIFICAREA DUPĂ DINAMICĂ

Se împart în gheţari activi şi pasivi care depind de grosimea, viteza deplasării şi bilanţul material.

Rata mişcării unui gheţar activ este, de regulă, mare pentru că transportă o mare cantitate de precipitaţii solide de la o regiune la altă regiune unde aceasta se topeşte. Un gheţar pasiv sau inactiv are o deplasare lentă datorită cantităţii mici sau foarte mici de precipitaţii solide care se acumulează. Primul tip, de gheţar activ, se găseşte în mediul maritim, la marginea calotelor care ajunge la ţărmul oceanului şi la latitudini medii. Al doilea tip, inactiv, se găseşte în zonele polare, într-un mediu continentalizat. Înaintarea sau retragerea unui gheţar este în funcţie de starea gheţarului, de metabolismul lui.

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

4.5 ALIMENTAREA (ACUMULAREA) ŞI SCURGEREA (ABLAŢIA) GHEŢARULUI

Gheţarul se măreşte şi scade în volum în funcţie de cantitatea de zăpadă primită şi rata de topire în timpul diferitelor sezoane. Ca un gheţar să rămână constant (ca volum) trebuie să existe un echilibru între acumulare şi pierdere. Acest aspect se referă la bilanţul masei de gheaţă sau la regimul gheţarului. Dacă acumularea zăpezii depăşeşte scurgerea (ablaţia = reducerea gheţarului prin topire, evaporare sau deflaţie), gheţarul creşte în volum şi invers. În general, gheţarul caută să-şi menţină volumul.

Acumularea constă în procesul de creştere a masei de gheaţă şi zăpadă. În anumite condiţii de mediu (timp) condensarea la suprafaţa gheţarului sub formă de chiciură şi grindină poate spori cantitatea de gheaţă la suprafaţa gheţarului. În cazul în care suprafaţa gheţarului se găseşte sub temperatura de îngheţ, precipitaţiile căzute pe gheţar vor îngheţa mărind volumul acestuia.

În regiunile muntoase acumularea zăpezii pe gheţar este mai mare decât acumularea la marginile acestuia unde zăpada este transportată prin avalanşe şi vânt.

Zăpada acumulată pe gheţar este transformată în firn şi apoi în gheaţă. Această transformare rezultă din creşterea particulelor şi a densităţii care, în final, omogenizează contrastul dintre dimensiunile particulelor şi densitatea existentă între stratele aparţinând diferiţilor ani.

Probele luate în profunzime de pe un gheţar, pun în evidenţă această succesiune a stratelor anuale de gheaţă acumulate. Probele prelevate din gheţarii din Groenlanda şi Antarctica şi analizate prin spectrometrie relevă faptul că izotopul Oxigen -18 este mai puţin abundent în precipitaţiile mai reci. Schimbările oxigenului din O_{18} în O_{16} reflectă schimbările în temperatura precipitaţiilor şi pot fi folosite la identificarea stratelor de gheaţă formate vara sau iarna.

Ablaţia se referă la toate procesele prin care materialul solid este îndepărtat de pe gheţar. În zona temperată topirea gheţii este un proces predominant în

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

comparaţie cu ablaţia care reprezintă numai câteva procente din pierderea volumului. Evaporaţia de pe gheţar este mai puţin importantă deoarece căldura de vaporizare a gheţii este mult mai mare decât căldura de fuziune. Gheţarii care au partea terminală în lacuri şi oceane pierd din volum prin desprinderea aisbergurilor.

În anumite zone arctice, o cantitate apreciabilă de zăpadă şi gheaţă neconsolidată este deplasată de vânt. În mod normal ablaţia se produce la suprafaţa gheţarului.

Fluxul de căldură din scoarţa terestră (de la baza gheţarului) nu străbate masa gheţarului şi în anumite condiţii procesul de topire are loc la baza acestuia dar în procente reduse. Cele două procese - ablaţia de la suprafaţă şi topirea de la baza gheţarului însumează aproape 16,4 cm^3/an/6,4 cm^2 raportat la suprafaţa acestuia.

Ablaţia zăpezii, firnului şi gheţii este cauzată în principal de radiaţia interceptată la suprafaţă şi prin transferul căldurii prin convecţie din aer (dintre acestea radiaţia este cea mai importantă). Condensarea şi evaporaţia pot realiza şi absorbi ceva căldură dar nesemnificativă pentru bilanţul gheţarului.

Limita firnului este nivelul cel mai ridicat al unui gheţar în care stratul de zăpadă din iarnă este redus de ablaţia sezonieră. Deci limita firnului corespunde cu nivelul la care acumularea este egală cu ablaţia considerată în zona gheţarilor polari şi subpolari ca limită de echilibru. Deasupra limitei de echilibru este *zona de acumulare* şi sub aceasta *zona de ablaţie.*

Bilanţul masei gheţarului depinde de raportul dintre rata de acumulare şi rata de ablaţie. Aşadar limita firnului reprezintă indicatorul pentru starea gheţarului, limită ce se poate observa în teren.

4.6. BILANŢUL MASEI DE GHEAŢĂ

Bilanţul masei de gheaţă (Bg) reprezintă diferenţa dintre acumulare şi ablaţie. Dacă acumularea (Ac) este mai mare decât ablaţia (Ab) este un bilanţ pozitiv şi deci gheţarul creşte şi invers.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

$$Ac > Ab \longrightarrow +Bg; \quad (4.1)$$

$$Ac < Ab \longrightarrow -Bg. \quad (4.2)$$

Deci bilanţul masei de gheaţă poate fi definit ca o schimbare a volumului sau a masei. Deoarece densitatea unui gheţar variază cu timpul este preferabil să se vorbească de schimbarea masei şi nu a volumului gheţarului. Cu timpul se poate micşora volumul pe seama creşterii densităţii şi deci să fie o micşorare de masă de gheaţă. Cunoaşterea sensului de evoluţie a bilanţului masei de gheaţă (+ sau -) este importantă în stabilirea evoluţiei gheţarului, de creştere sau de scădere.

În cazul gheţarilor montani este important unde se fac măsurătorile pentru determinarea raportului dintre Ac şi Ab deoarece Ac creşte odată cu altitudinea gheţarului (H) şi invers în cazul lui Ab.

4.7. SCURGEREA APEI DIN GHEŢAR

În zona temperată gheţarii reprezintă o rezervă importantă pentru scurgerea lichidă şi alimentarea râurilor. Caracteristicile hidrologice ale gheţarilor sunt complexe datorită parametrilor care se schimbă în cursul unui an.

În timpul primăverii gheţarul este acoperit cu un strat de zăpadă la temperatura de topire. Apa topită din acest strat şi precipitaţiile lichide care cad trebuie să treacă prin percolare, până la partea solidă a gheţarului şi să-şi realizeze canale de scurgere (drenaj). În timpul verii stratul de zăpadă devine mult mai subţire şi reţeaua de drenaj de pe gheţar este mult mai conturată.

În aceste condiţii apa topită şi scursă pe gheţar trece în reţeaua hidrografică propriu-zisă. În timpul iernii acest proces este oprit şi doar o mică cantitate de apă din interiorul gheţarului este drenată.

Procesul menţionat mai sus începe la baza inferioară a gheţarului (în cazul gheţarilor montani de vale) şi treptat avansează spre altitudine către mijlocul verii.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Scurgerea apei din topirea gheţarului prezintă o variaţie zilnică cu un decalaj de câteva ore, pe tributarii acestora. Evident la marginea gheţarului scurgerea maximă este în a doua parte a zilei şi noaptea pe arterele din aval.

Apa rezultată din topirea zăpezii, firnului sau gheţii este în strânsă legătură cu cantitatea de energie calorică acumulată de la soare şi din atmosferă de către gheţar.

Temperatura aerului măsurată la o staţie meteorologică standard apropiată de gheţar nu este cauza directă (nu poate fi considerată) a topirii gheţii. Cu toate acestea condiţiile de radiaţie ridicată care determină rata de topire este reflectată şi temperatura ridicată a aerului. Este de aşteptat, deci, o corelaţie între temperatura aerului şi scurgerea din gheţar.

Scurgerea din gheţar este, totuşi, în întârziere faţă de temperatura aerului, de aceea o corelaţie între temperatura zilnică a aerului şi scurgerea lichidă zilnică din gheţar nu este semnificativă. Din această cauză se recomandă a se lua în considerare temperatura aerului cu un anumit număr de zile înaintea zilei pe care o analizăm pentru scurgerea lichidă din gheţar.

În urma unor studii întreprinse pe gheţarul Athabaska din statul Alberta - Canada de către W. H. Mathews de la Universitatea Columbia Britanică a stabilit că pentru scurgerea medie zilnică trebuie să se folosească relaţia:

$$Q = e + f(\sum T), \quad \text{în care} \qquad (4.3)$$

$$T = T_z + k * T_{z-1} + k^2 * T_{z-2} + \ldots + k_s * T_{z-s} \quad . \qquad (4.4)$$

unde:

Q este scurgerea (debitul) medie pentru o anumită zi;

e, f - coeficienţi determinaţi prin analiza regresiei;

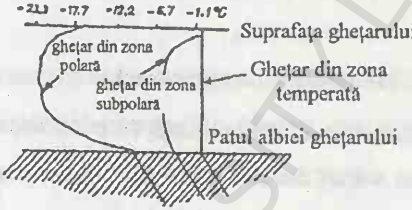
k - coeficient subunitar care este luat în considerare având în vedere că vremea influenţează cu câteva zile anterior momentului efectuării determinării;

T_z - temperatura medie a zilei z la o staţie meteorologică apropiată;

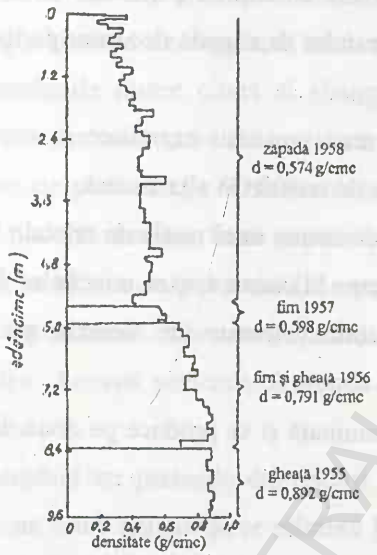
s - numărul de zile anterioare zilei în care se analizează scurgerea.

BCU IAŞI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

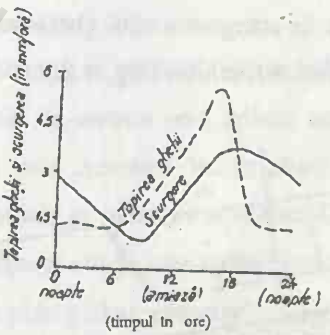
Autorul a găsit valori pentru coeficientul k = 0,7 - 0,8 şi a stabilit că numărul de zile pentru care este făcută corelaţia nu trebuie să fie mai mare de 6 (s = 6) (Fig. 4.7.).



Profilele termice ale gheţarilor din zona temperată, subpolară şi polară



Profilul cu variaţia densităţii pe un gheţar din climat montan



Variaţia zilnică a topirii gheţii şi scurgerii de pe gheţarul South Cascade, timp de 14 zile dintr-o perioadă caldă (după F. Meier, 1961)

Fig. 4.7 Aspecte ale proceselor fizice în masa unui gheţar

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

4.8. DEPLASAREA GHEŢARILOR

Măsurători asupra deplasării gheţarilor se fac de peste 200 de ani pentru a putea determina reacţia acestora asupra schimbărilor climatice.

Deformarea masei de gheaţă cristalină se poate produce în trei moduri:

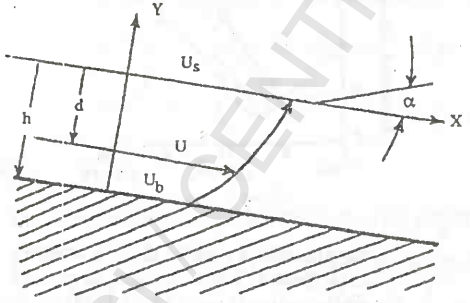
- ajustare interglanulară;
- recristalizare;
- alunecare interglanulară.

Ajustarea interglanulară care se aseamănă cu rotirea particulei ca un bob într-un vârtej are loc numai la suprafaţa stratului de zăpadă deoarece particulele de gheaţă au forme neregulate.

Deformarea prin recristalizare se datoreşte presiunii exercitate şi are drept consecinţă transferul atomilor dintr-o reţea de cristale în alta vecină.

Alunecarea intergranulară constă în deformarea unei reţele de cristale fără a fi ruptă dar alunecând paralel cu altă reţea. Măsurarea axei cristalelor indică faptul că planurile alunecate sunt distinct orientate în direcţia presiunii (stressului) suferit de gheţar.

Viteza de scurgere a unui gheţar este laminară şi se produce pe două direcţii (x şi y) conform schiţei (Fig. 4.8.).



X, Y - cele două axe pe care are loc curgerea
U_b - viteza la patul gheţarului
U_s - viteza la suprafaţa gheţarului
U - viteza gheţarului
h - grosimea gheţarului
d - adâncimea la care se determină viteza medie

Fig. 4.8 Viteza de scurgere a unui gheţar

În deplasarea lui, gheţarul suportă şi constrângerea versanţilor văii (în cazul gheţarului montan de vale).

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

4.9. REACŢIA GHEŢARILOR LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE

Sensibilitatea gheţarilor la schimbările climatice este explicată prin ruperea echilibrului dintre rata de acumulare şi cea de ablaţie.

Dacă au loc schimbări climatice, gheţarii îşi modifică dimensiunile datorită schimbării raportului dintre precipitaţii şi scurgere şi prin urmare, înaintarea şi retragerea gheţarilor.

Prin analizarea acestor aspecte de înaintare sau retragere a gheţarilor se poate reconstitui tabloul unor paleoclimate. Urmele lăsate de gheţari ca: morene, terase, schimbări ale vegetaţiei sunt elemente indicatoare, în acest sens.

Corelaţiile dintre climă şi gheţari dau rezultate bune atunci când se fac pentru o perioadă mare de ani şi nu pentru 1, 2, ..., 5 ani. Astfel, corelaţiile extinse pe perioade de 70.000 ani în urmă făcute de R. Flint şi F. Brandtner (1961) au dat rezultate bune pentru teritoriul Americii de Nord. În urma acestui gen de analize s-au putut stabili aspecte climatice ca intervalele de la 3000 la 7000 ani în urmă ca uscate şi calde, mica glaciaţie de la începutul secolului al XVI-lea. Această perioadă şi umedă a persistat până la începutul secolului al XX-lea.

Începând cu perioada dezvoltării industriei, a creşterii ariilor urbane care consumă mult oxigen şi se elimină bioxid de carbon prin arderi, are loc aşa zisul "efect de seră" care se manifestă prin ridicarea temperaturii medii a aerului, intensificarea topirii calotelor glaciare şi ridicarea nivelului Oceanului Planetar. În acest sens se întreprind numeroase studii care estimează cauzele şi consecinţele, pe de o parte, şi măsurile pe plan global, planetar ce se impun a fi luate, pe de altă parte.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BIBLIOGRAFIE

Iancu M.(1978), *Universul alb*, Ed. Albatros, Bucureşti;

Ichim I. (1980), *Hipercontinentul îngheţat veşnic*, colecţia, "Ştiinţa pentru toţi", nr. 95, Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti;

Meinzer,O.(editor)(1942), *Hydrology*, McGraw-Hill Book Company, New York;

Neamu, Gh. (1982), *Geografia Antarctidei*, Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti;

Pişota, I., Buta, I. (1983), *Hidrologie* (cap. *Glaciologie*), Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti;

Robin,G. De Q.(1962), *The ice of the Antartic,* în "Scientific American" 207;

Sharp, R.P. (1951), *Accumulation and ablation on the Seward-Malaspina glacier system, Canada-Alaska*, în "Geol. Soc. Amer. Bull." 62;

Sharp, R.P. (1954), *Glacier flow: a review*, în "Geol. Soc. Amer. Bull." 65;

Sharp, R.P.(1960) *Glaciers*, Univ. of. Oregon Press, Eugene;

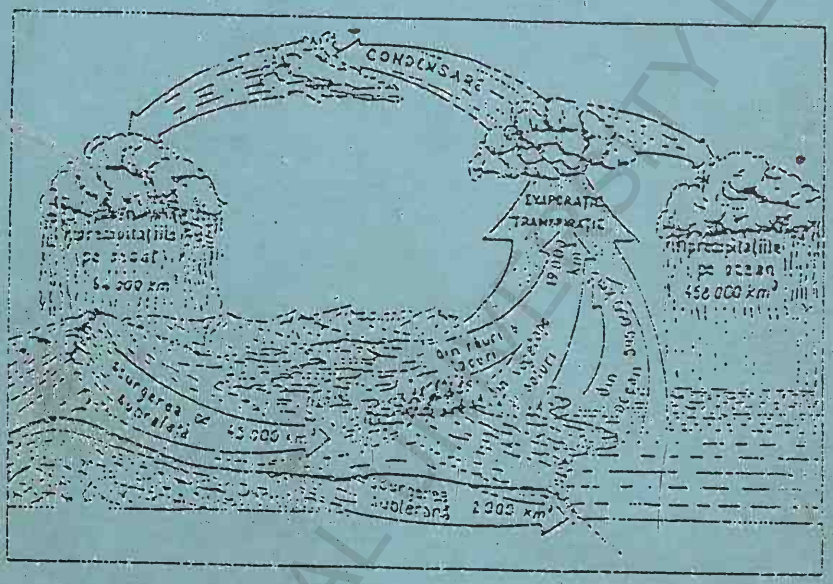
Strahler, A.N.(1973), *Geografie fizică*, Ed. Ştiinţifică, Bucureşti.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

ERATA

Pag.	Rândul	În loc de:	Se va citi:
10	3	apale	apele
30	6	fisurilor	fisurile
30	11	relaiei	relației
35	2	hidroscopică	higroscopică
48	24	Moldaova	Moldovei
61	24	Zerevșan	Zeravșan
100	12	k = 0,75	k = 0,85
102	7	$\omega_3 = \frac{h_2 - h_3}{2}$	$\omega_3 = \frac{h_2 + h_3}{2}$
102	9	$= V_{m2,3}$	$= V_{m2,3}\,\omega_3$
103	9	relația 3,45	se trece la punctul b
109	7	$Q = \frac{T_2}{3} q_1\ b_0 \ldots$	$Q = \frac{l}{3} q_1\ b_0 \ldots$
168	3	500 - 5000 m^3	500 - 5000 cm^3
175	20	$G = \frac{l}{100} (\ldots$	$G = \frac{l}{1000} (\ldots$
186	12	pr	pe
189	5	zăpezilor	zăpoarelor
312	13	hidrigen bond	hidrogen bond

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY



ISBN Nr. 973 - 9003 - 64 - 8

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY